



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE VETERINARIE

Corso di Laurea Magistrale in Medicina Veterinaria

Tesi di laurea:

Valutazione dell'andamento perioperatorio e delle complicazioni in
corso di chirurgia toracica: confronto tra toracotomia intercostale,
sternotomia e toracosopia

RELATORE:

Professor Iacopo Vannozzi

CANDIDATO:

Andrea De Fanti

CORRELATORE:

Dottoressa Viola Maria Innocenti

Anno accademico 2013/2014

Indice

Riassunto/Abstract	Pag. 1
Introduzione	Pag. 2
 Capitolo 1: Cenni di anatomia del torace del cane	Pag. 3
1.1 La base scheletrica della parete toracica	Pag. 4
1.2 La componente muscolare della parete toracica	Pag. 6
1.3 La componente vascolare della parete toracica	Pag. 8
1.4 La componente nervosa della parete toracica	Pag. 9
 Capitolo 2: La Toracotomia	Pag. 10
2.1 Valutazione preoperatoria del paziente	Pag. 10
2.2 Strumentazione chirurgica	Pag. 13
❖ Strumenti di base	Pag. 13
❖ Strumenti specifici	Pag. 16
2.3 Anestesia in corso di toracotomia	Pag. 18
❖ Premedicazione	Pag. 18
❖ Induzione e mantenimento	Pag. 18
❖ Terapia analgesica preventiva ed intraoperatoria	Pag. 20
2.4 Monitoraggio	Pag. 23
2.5 Sala operatoria e preparazione del paziente	Pag. 24
2.6 Tecnica chirurgica	Pag. 25
❖ Toracotomia intercostale	Pag. 25
❖ Sternotomia	Pag. 29

2.7 Trattamenti postoperatori	Pag. 35
2.8 Complicazioni	Pag. 38
❖ Complicazioni intraoperatorie	Pag. 38
❖ Complicazioni postoperatorie in seguito a toracotomia intercostale	Pag. 40
❖ Complicazioni postoperatorie in seguito a sternotomia	Pag. 44
 Capitolo 3: La Toracosopia	Pag. 46
3.1 Valutazione preoperatoria del paziente	Pag. 46
3.2 Strumentario per endoscopia rigida	Pag. 47
❖ La colonna endoscopica	Pag. 47
❖ L'endoscopio rigido	Pag. 48
❖ Le trocar-cannule	Pag. 50
❖ Strumenti endoscopici di base	Pag. 51
❖ Sistema di irrigazione ed aspirazione	Pag. 55
❖ Strumenti di coagulazione endoscopica	Pag. 55
❖ Strumenti da chirurgia classica	Pag. 57
3.3 Anestesia in corso di toracosopia	Pag. 58
3.4 Monitoraggio	Pag. 63
3.5 Sala operatoria e preparazione del paziente	Pag. 64
3.6 Tecnica chirurgica	Pag. 66
❖ Tecniche di induzione dello pneumotorace	Pag. 66
❖ Disposizione delle trocar cannule	Pag. 67
❖ La posizione dei portali operatori nei principali interventi toracoscopici	Pag. 72
3.7 Trattamenti postoperatori	Pag. 74

3.8 Complicazioni	Pag. 76
❖ Complicazioni intraoperatorie e necessità di conversione alla chirurgia classica	Pag. 76
❖ Complicazioni postoperatorie in seguito a toracoscopia	Pag. 79
 Capitolo 4: Interventi toracici più frequenti	Pag. 83
4.1 Interventi toracotomici	Pag. 83
4.2 Interventi torascopici	Pag. 88
 Capitolo 5: Studio clinico	Pag. 91
5.1 Introduzione	Pag. 91
5.2 Materiali e metodi	Pag. 91
❖ Raccolta dei dati	Pag. 91
❖ Analisi statistica	Pag. 93
5.3 Risultati	Pag. 94
❖ Durata degli interventi chirurgici	Pag. 99
❖ Temperatura corporea nel periodo perioperatorio	Pag. 101
❖ Complicazioni intraoperatorie	Pag. 102
❖ Posizionamento e durata del drenaggio toracico	Pag. 104
❖ Durata del ricovero in terapia intensiva	Pag. 107
❖ Mortalità in seguito ad interventi toracici	Pag. 109
5.4 Discussione	Pag. 111
5.5 Conclusioni	Pag. 115
Bibliografia	Pag. 116
Ringraziamenti	Pag. 121

Riassunto

Parole chiave: cane, toracosopia, toracotomia, perioperatorio, temperatura, complicazioni, drenaggio toracico, ricovero, mortalità.

Obbiettivo: confrontare l'andamento perioperatorio in interventi di toracotomia intercostale, sternotomia e toracosopia nel cane per valutare i vantaggi e gli svantaggi di ciascun approccio.

Materiali e metodi: sono stati impiegati nello studio 21 cani sottoposti a toracotomia intercostale, 6 sottoposti a sternotomia e 12 sottoposti a toracosopia. I pazienti sono stati seguiti nel periodo perioperatorio per registrare: le durate delle chirurgie, la temperatura corporea ad inizio (T0) e a fine intervento (T1), dopo sei ore (T2) e dopo dodici ore (T3) dall'intervento, il presentarsi di bradicardia o ipotensione intraoperatorie; il posizionamento di un drenaggio toracico e la sua permanenza in situ; la durata del ricovero in terapia intensiva. La mortalità in seguito a tali interventi è stata valutata mediante un questionario telefonico effettuato sui proprietari dei cani.

Risultati: la durata degli interventi di toracosopia è risultata significativamente più breve di quella degli interventi di toracotomia intercostale e di sternotomia. Per le temperature, nelle toracosopie non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra nessuno dei tempi di misurazione, al contrario delle toracotomie intercostali e delle sternotomie, in cui abbiamo un forte calo della temperatura tra l'inizio e la fine delle chirurgie. È stata riscontrata una percentuale minore di complicazioni in corso di toracosopia, mentre non vi è molta differenza tra la percentuale riscontrata nelle toracotomie intercostali rispetto alle sternotomie. Il posizionamento del drenaggio, la durata della sua permanenza e la durata del ricovero in terapia intensiva sono risultati dipendenti dal tipo di intervento eseguito e dalla patologia, non permettendo un confronto tra i tre approcci. La mortalità intraoperatoria e nel ricovero riscontrata è molto bassa. La mortalità a lungo termine è legata ad una diagnosi di neoplasia precedente ed è maggiormente concentrata nei primi 3 mesi dopo l'intervento.

Conclusioni: quando possibile, l'utilizzo della toracosopia è preferibile per una minore durata della chirurgia, una minore dispersione di calore e complicazioni intraoperatorie meno frequenti. Se è necessario effettuare una toracotomia, è consigliabile considerare anche l'utilizzo della sternotomia oltre della toracotomia intercostale. In generale i pazienti hanno dimostrato di tollerare bene interventi di chirurgia toracica, con una durata media del ricovero non elevata e una mortalità a breve termine ridotta.

Abstract

Key words: dog, thoracoscopy, thoracotomy, perioperative, temperature, complications, chest drain, hospitalization, mortality.

Purpose: to compare the perioperative period in intercostal thoracotomy, sternotomy and thoracoscopy in the dog to assess benefits and disadvantages of each overtures.

Methods: for this study were enrolled 21 dogs underwent intercostal thoracotomy, 6 dogs underwent sternotomy and 12 dogs underwent thoracoscopy. Patients were followed in perioperative period and surgeries duration, body temperature at start (T0) and at the end of surgery (T1), after six hours (T2) and after twelve hours (T3) from surgery, the report of intraoperative bradycardia or hypotension were registered as well as the placement of chest drain and its time of in-situ permanence and hospitalization duration. Mortality after these surgeries were assessed with a telephone questionnaire carried out on owners.

Results: duration of thoracoscopic surgeries was significantly shorter than Intercostal thoracotomy and sternotomy. About the temperature, in thoracoscopy were not noticed statistically significant differences between any of measurement times, contrary to intercostal thoracotomy and sternotomy, in which we have a severe temperature drop between the start and the end of surgeries. A lower rate of intraoperative complications were observed in thoracoscopy, while there is not much difference between intercostal thoracotomy rate and sternotomy rate. The placement of chest drain, its time in-situ permanence and hospitalization duration results are dependent on the type of surgery performed and on the pathology, not allowing a comparison between the three overtures. Intraoperative mortality and mortality during the hospitalization was low. The long-term mortality is linked to a previous neoplasia diagnosis and is mainly concentrated in the first 3 month after surgery.

Conclusions: when it's possible, the use of thoracoscopy is preferable due to shorter duration of surgery, less heat dispersion and less frequent intraoperative complications. If is required a thoracotomy, is advisable to consider also the use of sternotomy over intercostal thoracotomy. The majority of patients proved to tolerate well this surgery, with a short hospitalization time and a low perioperative mortality.

Introduzione

In medicina veterinaria, la chirurgia toracica rappresenta un ambito specialistico all'interno della chirurgia generale per motivi dipendenti dal tipo procedure chirurgiche e dalle patologie che le richiedono. Gli interventi toracici necessitano, infatti, di conoscenze e di manualità avanzate per la loro esecuzione, oltre che, talvolta, all'utilizzo di strumentazioni specialistiche. Anche l'anestesia risulta complessa a causa della necessaria induzione di uno pneumotorace per poter effettuare l'intervento e della forte stimolazione algica, che possono comportare entrambi serie problematiche negli scambi gassosi intra e postoperatori. Inoltre, di solito, i pazienti si presentano in condizioni di salute problematiche, il che ne rende ancora più delicata la gestione dal punto di vista sia chirurgico che anestesilogico in tutto il periodo perioperatorio. Anche per questo, negli ultimi anni la medicina veterinaria sta cominciando ad acquisire interesse per l'utilizzo di tecniche di toracosopia, soprattutto perché caratterizzate da una invasività ridotta sui tessuti della parete toracica, non necessitando di accessi di grandi dimensioni e permettendo l'esecuzione della chirurgia "a torace chiuso". Queste caratteristiche apportano, infatti, dei vantaggi significativi nelle condizioni del paziente sia durante l'esecuzione dell'intervento chirurgico che nel periodo postoperatorio.

Lo scopo del nostro studio è stato quello di confrontare interventi di toracotomia intercostale, di sternotomia e di toracosopia, prendendo in considerazione parametri inerenti al periodo perioperatorio, quali la durata dell'intervento, la temperatura corporea, le complicazioni intraoperatorie, la durata del ricovero e della permanenza del drenaggio toracico in situ e la mortalità. Particolare attenzione è stata posta sul confronto tra la toracosopia e le due tecniche open per rilevare la presenza di effettivi vantaggi nell'utilizzo della tecnica mininvasiva rispetto alla chirurgia classica.

È stato ritenuto fondamentale approfondire l'andamento del periodo perioperatorio di questi interventi per poter conoscere i vantaggi e gli svantaggi presenti nell'utilizzo di ciascuno degli approcci considerati, in modo da poter scegliere l'approccio più idoneo in ogni situazione. Inoltre queste conoscenze possono rendere migliore la gestione del paziente prima, durante e dopo la chirurgia, per aumentarne la rapidità del recupero funzionale e migliorarne lo stato di salute postoperatorio.

Capitolo 1: Cenni di anatomia del torace del cane

La cavità toracica presenta una forma simile ad un tronco di cono ad apice craniale ed è delimitata dalle coste e dai muscoli intercostali lateralmente, dallo sterno ventralmente, dalle vertebre toraciche dorsalmente e caudalmente dal diaframma, che ne va a formare l'ipotetica base. Al suo interno sono contenuti il cuore, i polmoni, una parte dell'esofago e della trachea ed importanti vasi e nervi; inoltre accoglie due grandi strutture sierose, le pleure, che ricoprono ciascun polmone. Esse sono divise in una parietale addossata alla parete toracica, ed una viscerale addossata al polmone, in modo tale da permettere lo scivolamento di questo contro le pareti durante i movimenti respiratori. In prossimità del piano mediano, queste strutture si addossano al mediastino, un setto connettivale che divide la cavità in due metà laterali e che accoglie vari organi, come il cuore ed il pericardio, i grossi vasi, la trachea e l'esofago.

La forma del torace può variare a seconda della razza in relazione al tipo morfologico (dolichomorfo, mesomorfo o brachiomorfo), presentandosi più o meno schiacciata lateralmente e di forma più o meno allungata. Caudalmente si estende con il recesso lombo-diaframmatico fino alla parte craniale della seconda vertebra lombare. Il recesso costo-diaframmatico, invece, parte dalla metà dell'ultima costa, poi decorre sotto l'estremità ventrale dell'undicesima costa e si dirige in direzione cranio-ventrale fino alla cartilagine della nona costa.

Il muscolo diaframmatico non è piano, ma forma una cupola a convessità craniale che arriva, nella sua parte centrale, più cranialmente alla sua inserzione sulle coste, più o meno all'altezza della sesta costa.

Tramite delle porzioni discontinue di questo muscolo passano dal torace all'addome varie strutture: l'aorta, la vena azigos e il dotto toracico attraverso lo iato aortico, l'esofago attraverso lo iato esofageo e la vena cava caudale attraverso un suo proprio forame, al quale aderisce intimamente. Leggermente a sinistra del piano mediano dà attacco al margine caudale del mediastino e, un po' più a destra del margine, alla

piega sierosa che sostiene la vena cava caudale. Il nervo frenico destro raggiunge il diaframma seguendo la vena cava caudale, mentre il sinistro vi perviene direttamente tramite il mediastino, passando sopra il cuore.

L'apice craniale della cavità è denominato *apertura craniale del torace* ed è delimitato dalla prima vertebra toracica dorsalmente, lateralmente dal primo paio di coste e ventralmente dal manubrio dello sterno. È attraversato dalla trachea, dall'esofago, dai nervi laringei ricorrenti, dal nervo vago e dal tronco simpatico nella sua parte più dorsale, mentre nella parte più ventrale vi decorrono le vene succlavie giugulari e brachicefaliche, le arterie carotidi comuni e succlavie, i nervi frenici e, nei soggetti giovani, il timo. A questo livello arrivano le cupole pleurali, che nei soggetti di media taglia terminano qualche centimetro oltre la prima costa, in particolare a destra.

Tutta la cavità è rivestita da un sottile piano connettivale denominato *fascia endotoracica*, localizzata tra le sue pareti e la pleura parietale, con cui la sua faccia interna si fonde, ed è considerata l'equivalente della fascia trasversa dell'addome; nei carnivori, rispetto agli altri mammiferi, è particolarmente ricca di fibre elastiche. Nella parte mediana invia, inoltre dei tratti fibrosi al mediastino, alcuni dei quali sono particolarmente ispessiti e formano dei veri e propri legamenti che uniscono il pericardio allo sterno ed al diaframma (legamenti sterno-pericardici e freno-pericardici). Cranialmente tale fascia si continua oltre l'entrata del petto e poi nel collo dove si va a fondere con la *fascia cervicale profonda*, in particolare con la sua porzione paravertebrale, mentre caudalmente si va a fondere con la *fascia trasversa* dell'addome a livello degli iati diaframmatici e dell'arco lombosacrale (Barone 2006).

1.1 Base scheletrica della parete toracica

La base scheletrica della cavità toracica è formata, come già accennato, dalle vertebre toraciche dorsalmente, dalle coste lateralmente, e dallo sterno ventralmente. Le vertebre toraciche sono di regola in numero di 13, presentano processi spinosi molto sviluppati che hanno pressappoco la stessa altezza nelle prime 6-7 vertebre, mentre in quelle più caudali l'altezza si riduce gradualmente; il processo spinoso

della 10° o dell'11° vertebra, detta vertebra anticlinale, è verticale mentre gli altri sono lievemente obliqui (Nikel et al., 1992).

Le coste sono 13 per lato e si articolano con le vertebre toraciche, collocandosi davanti alla vertebra di corrispondente numero; sono costituite da una porzione ossea, più prossimale, e da una porzione cartilaginea più distale. Le prime nove si articolano anche ventralmente con lo sterno e sono dette *coste sternali* o *coste vere*, mentre le ultime quattro sono dette *coste asternali* o *coste spurie*, delle quali le prime tre si articolano tra loro e con la nona costa formando l'arco costale; l'ultimo paio rimane libero e non articolato ventralmente ed è per questo che sono chiamate *fluttuanti*.

Lo sterno è costituito da otto unità ossee, le sternebre, unite tra loro da una cartilagine infrasternale a formare una sincondrosi, ovvero una sistema di giunzione tra le varie sternebre formato da cartilagine ialina. È proprio a questo livello che si articola la porzione cartilaginea delle coste sternali, fatta eccezione per il primo paio di coste che si articola direttamente con la prima sternebra. Questa ha una forma particolare, più allungata, presenta dei processi laterali dove si articola il primo paio di coste ed è detto *manubrio*. L'ultima invece, chiamata *processo xifoideo*, è piatta e allungata ed è prolungata da una cartilagine anch'essa appiattita detta *cartilagine xifoidea* (Evans & De Lahunta, 2009).

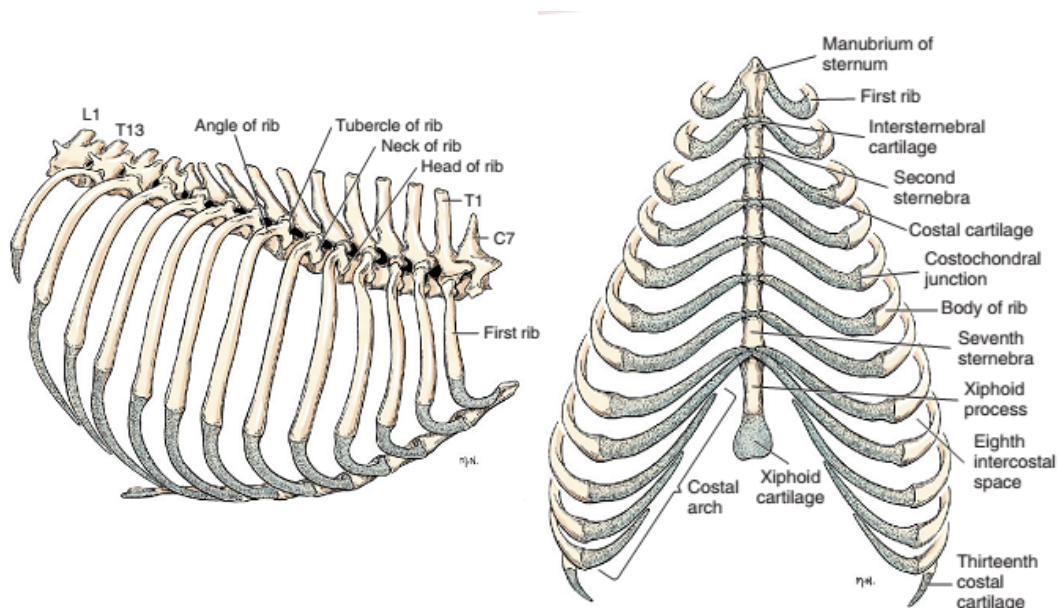


Figura 1.1: Base scheletrica della parete toracica, vista laterale e ventrale

1.2 Componente muscolare della parete toracica

I muscoli che formano la parete toracica sono molti e posti su più strati tra il sottocute e la cavità toracica stessa; costituiscono la cosiddetta *stratigrafia* che incontriamo dall'esterno verso l'interno nell'esecuzione di un accesso chirurgico alla cavità. La loro distribuzione non è omogenea sulle pareti toraciche, in particolare in quelle laterali, ma possiamo trovare diverse differenze stratigrafiche a seconda se andiamo a considerare un'area più o meno craniale.

Partendo dall'esterno troviamo il *muscolo cutaneo del tronco*, che presenta una forma laminare sottile e continua costituita prevalentemente da fibre ad andamento orizzontale ed ha la sua massima estensione proprio nei carnivori, arrivando a ricoprire il tronco fino a sopra la groppa, alla parete laterale delle cosce ed, anteriormente, fino al garrese; come tutti i muscoli cutanei non ha inserzioni sullo scheletro ma solamente sul tegumento ed è incluso nella fascia superficiale.

Su entrambe le pareti laterali troveremo, in modo simmetrico, il muscolo *larghissimo del dorso*, che si estende dall'ascella in direzione caudo-dorsale e ricopre gran parte della parete toracica laterale e parte della regione del fianco.

Al di sotto troviamo il muscolo *serrato dorsale craniale*, che arriva fino alla decima costa, e più ventralmente e superficialmente la porzione caudale del muscolo *serrato ventrale*, che arriva fino all'ottava costa; a quest'ultimo è adesa, in corrispondenza delle prime coste, la superficie mediale della scapola.

Ancora più ventrale, sempre sullo stesso piano del precedente troviamo la porzione caudale del muscolo *scaleno medio*, che si inserisce all'altezza all'incirca della 6° costa. La parte più caudale della parete toracica è coperta invece da una porzione dell'*obliquo esterno dell'addome*, in particolare dalla sua porzione più esterna, che prende origine dalle coste dall'8° fino alla 13°, e dal muscolo *serrato dorsale caudale*, che si inserisce sull'11°, 12° e 13° costa nella parte più dorsale (Done et al, 2009).

Più in profondità troviamo, molto dorsali ma con inserzione dalla 1° alla 6° costa i muscoli *ileocostale del torace* e, più profondo, il muscolo *lungchissimo del torace*.

Nella regione cranio-ventrale, invece, in prossimità dello sterno, è presente il muscolo *retto del torace*, che decorre tra la 1° e la 3° costa.

Infine riscontriamo due file di muscoli intercostali, gli *intercostali esterni* e gli *intercostali interni*, che decorrono tra una costa e l'altra occupando totalmente gli spazi intercostali ed concorrendo, insieme alle coste, a formare le pareti toraciche laterali (Evans & De Lahunta, 2013).

La regione dello sterno è ricoperta esternamente in senso cranio caudale, dal muscolo *pettorale superficiale*, formato da una parte detta *discendente* ed una detta *trasversa*, che si inserisce da un lato sull'omero e dall'altro sulle prime tre sternebre, ed dal muscolo *pettorale profondo*, che si inserisce su tutta la lunghezza dello sterno e sul grande tubercolo dell'omero. Sulla superficie interna dello sterno a partire dalla seconda sternebra è presente, invece, il muscolo *trasverso del torace*, che si divide in due porzioni, destra e sinistra, e si inserisce dorso-lateralmente alle sternebre e sulle porzioni cartilaginee delle coste sternali.

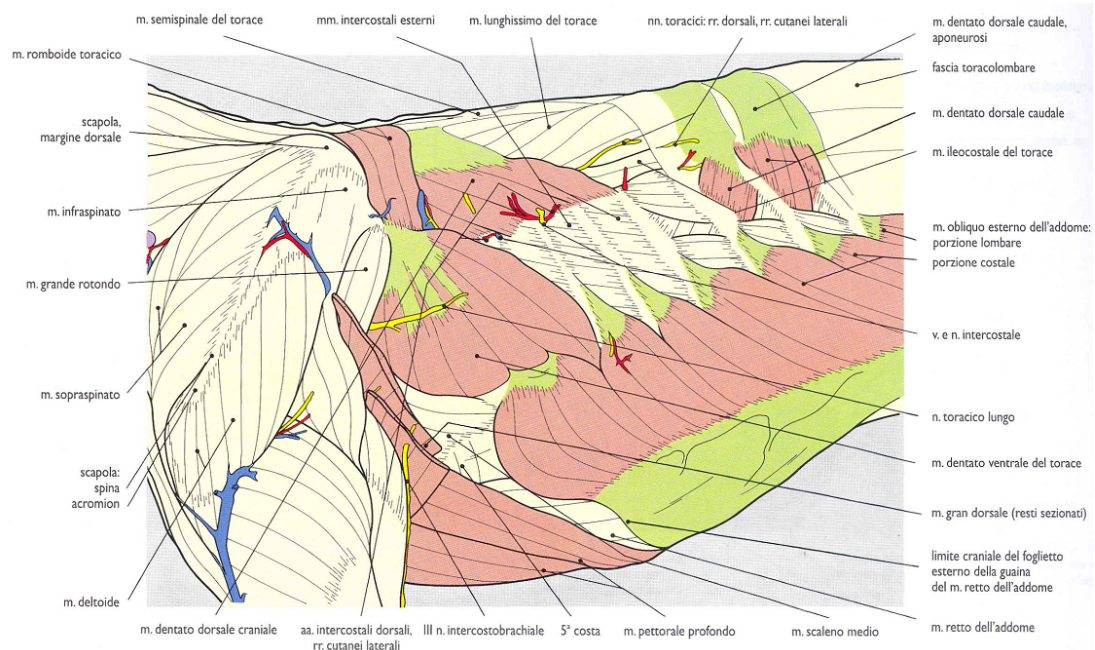


Figura 1.2: Componente muscolare della parete toracica

1.3 Componente vascolare della parete toracica

La vascolarizzazione della parete toracica è per la maggior parte sostenuta dalle *arterie intercostali dorsali* (e dalle *vene intercostali* satelliti delle precedenti), che decorrono una per ogni spazio intercostale, presentandosi in numero pari a dodici per lato. Nel cane sono di derivazione direttamente aortica dal terzo al dodicesimo paio, mentre il primo paio deriva dal tronco costo cervicale e il secondo ed il terzo paio dalla arteria vertebrale toracica.

Il decorso è molto simile in tutte: ciascuna si addossa il corpo vertebrale al di sotto della pleura parietale, si porta in direzione dorso craniale per raggiungere lo spazio intercostale al quale è destinata e lo percorre situandosi sul margine caudale della costa che la precede; essa percorre il solco di quest'osso, compresa tra il nervo intercostale, che è craniale, e a vena omonima che è caudale.

Vicino alla porzione cartilaginea della costa, nella maggior parte degli spazi intercostali, si anastomizza a pieno canale con il *ramo intercostale ventrale* corrispondente, fornito, a seconda del livello, dall'*arteria toracica interna*, dalla *muscolo-frenica* o dall'*addominale craniale*.

Durante tutto questo tragitto l'arteria emette un ramo collaterale che va a decorrere sul margine craniale della costa stessa, dei rami muscolari e dei rami cutanei, che contribuiscono alla vascolarizzazione dei muscoli e della cute dei tessuti costituenti la parete toracica.

Nella regione più ventrale si distacca da questa anche un ramo mammario che contribuisce alla vascolarizzazione del tessuto delle mammelle toraciche craniali e caudali. Le arterie che costeggiano le coste asternali forniscono, inoltre dei rami frenici destinati alla parte costale del diaframma (Evans & De Lahunta, 2013).

1.4 Componente nervosa della parte toracica

L'innervazione della parete toracica è formata dai *nervi toracici*, che decorrono, come i vasi, nei vari spazi intercostali e si presentano in numero uguale a questi. Ciascun nervo ha origine spinale e si diparte a livello dello spazio intervertebrale corrispondente.

Ognuno presenta, immediatamente, una separazione in una *branca dorsale* e in una *branca ventrale*.

La prima si ramifica ulteriormente in un *ramo mediale*, che innerva i muscoli del dorso, e in un *ramo laterale*, che decorre fino alla cute attraversando i piani muscolari e, a livello della fascia, dà origine al *ramo cutaneo mediale e laterale* responsabili dell'innervazione cutanea del terzo dorsale del torace.

La *branca ventrale*, invece, è costituita invece in prevalenza dal *nervo intercostale*, che si dirige ventralmente lungo il margine caudale di ciascuna costa seguendo l'andamento dei vasi; in particolare i primi sei si trovano quasi completamente sotto la pleura, mentre i restanti sono situati sotto i muscoli intercostali interni. Solo il 1° ed il 2° paio di nervi toracici prendono parte anche alla formazione del *plesso brachiale*.

Ad esclusione di questi, ogni nervo intercostale, nel suo tragitto prima citato, presenta varie diramazioni tra le quali: vicino alla sua origine si diparte il *ramo muscolare prossimale* che innerva i muscoli intercostali esterni; più distalmente il *ramo laterale*, che penetra tra i piani muscolari andando superficialmente a formare il *ramo cutaneo laterale*, dai quali andranno a dipartirsi i *rami mammari laterali* per l'innervazione delle mammelle toraciche.

Nella regione sternale troviamo il *ramo mediale*, che si dirige ventralmente tra la pleura ed il muscolo intercostale e, superficializzandosi, dà origine al *ramo cutaneo ventrale*, che nei carnivori fornisce anche i *rami mammari medi* per le mammelle toraciche. Inoltre i rami ventrali che si trovano adiacenti alle coste asternali distribuiscono anche fibre nervose ai muscoli della parete addominale (Nickel et al., 1992).

Capitolo 2: La Toracotomia

2.1 Valutazione preoperatoria del paziente

Prima di qualsiasi intervento il paziente deve essere sottoposto ad una visita clinica completa, seguita da analisi di laboratorio, in modo tale da poter avere un'idea chiara sullo stato di salute del generale del paziente che verrà sottoposto ad anestesia e successivo intervento chirurgico.

Fondamentale è la raccolta di un'accurata anamnesi, per la valutazione corretta dei processi patologici che richiedono l'intervento e l'identificazione di possibili altre anomalie che possono aumentare il rischio per la salute dell'animale. Le informazioni da raccogliere dovrebbero essere circa i problemi presenti al momento della visita, il segnalamento, il tipo di dieta, l'ambiente in cui vive il paziente, problemi medici trascorsi, trattamenti recenti o in corso e segni di infezione. Una domanda che in particolare ci può dare delle informazioni importanti è la tolleranza all'esercizio fisico dell'animale, poiché una sua riduzione può essere determinata da una patologia a livello intratoracico, cardiaca o polmonare. Altra domanda che può essere utile è se l'animale dorma in posizioni particolari poiché soggetti con versamento pleurico bilaterale tendono a dormire in posizione relativamente più eretta, mentre soggetti con patologie polmonari monolaterali dormono di solito sempre sullo stesso lato (Seymour & Gleed, 2003).

La raccolta di queste informazioni contribuisce a determinare quanto debbano essere approfonditi la visita e gli esami di laboratorio.

La visita clinica dovrebbe essere generale, con la raccolta dei parametri vitali di base e con particolare attenzione alla funzione respiratoria e cardiaca. In particolare nel caso di una chirurgia toracica valutare lo stato in cui si trovano i polmoni e l'apparato respiratorio del paziente è fondamentale poiché l'apertura della parete toracica può avere effetti significativi sulla funzionalità di questo apparato. L'osservazione della respirazione può dare informazioni sul tipo di patologia presente, se non ancora

diagnosticata. È necessario fare attenzione alla frequenza del respiro, alla superficialità e allo sforzo impiegato e alla differenziazione tra una dispnea inspiratoria ed una espiratoria. Si valuta il colore delle mucose, poiché il rilevamento di cianosi, rossore o ridotto tempo di riempimento capillare può evidenziare la presenza di un'alterata funzionalità respiratoria. La percussione e l'auscultazione dei campi polmonari è fondamentale per identificare tipo e sede della lesione (Seymour & Gleed, 2003).

Gli esami collaterali eseguiti di routine sono emocromo, profilo biochimico e profilo coagulativo, per poter valutare una possibile anemia o infezione in corso, la funzionalità dei principali organi (in particolare fegato e reni) e la capacità coagulativa del soggetto. Solitamente in questo tipo di interventi può essere molto utile un emogas da sangue arterioso per valutare la concentrazione dei gas ematici e il corretto funzionamento degli scambi respiratori (Seymour & Gleed, 2003).

Inoltre esami radiografici al torace sono fondamentali per capire la condizione cardiaca e polmonare del paziente e localizzare, se possibile, la lesione. Nel caso di problematiche cardiache importanti si preferisce effettuare anche un esame ecocardiografico, se le condizioni del paziente lo permettono. Può essere utile effettuare anche un esame ecografico del torace, metodica sviluppata negli ultimi anni, ma che può dare ottimi risultati soprattutto per la sua immediatezza nel fornire informazioni diagnostiche, sempre però associata all'esame radiografico.

L'identificazione di patologie sottostanti influenza molto la gestione preoperatoria, la procedura chirurgica, la prognosi e le cure postoperatorie.

In particolare in pazienti con versamento pericardico o costrizione pericardica sono necessari esami radiografico, elettrocardiografico ed ecocardiografico, associato, in caso di versamento, ad una pericardiocentesi; inoltre, se il soggetto presenta squilibri elettrolitici e dell'equilibrio acido-base importanti, causati dalla prolungata e massiccia somministrazione di diuretici, è fondamentale correggerli per stabilizzare il paziente prima di procedere con l'anestesia.

I pazienti con neoformazioni polmonari, neoplastiche o settiche ascessuali, richiedono, se non già effettuato, un esame radiografico per valutare bene la localizzazione della neoformazione e, se il soggetto presenta difficoltà respiratorie, causate da versamento pleurico, è fondamentale stabilizzarlo mediante toracocentesi preoperatoria e ossigenoterapia.

Inoltre, se già non la sta effettuando, può essere utile una terapia antibiotica preoperatoria, che verrà continuata durante e dopo l'intervento.

In base alle informazioni raccolte, il paziente viene classificato tramite una scala stilata *dall'American Society of Anesthesiologists* che pone l'animale in una delle cinque classi a seconda del rischio anestesilogico. Le classi sono suddivise in tal modo:

- *ASA I*: pazienti sani, senza malattie organiche o disturbi sistemici (in interventi di routine come le sterilizzazioni);
- *ASA II*: pazienti affetti da una patologia che non determina disturbi sistemici o interferisce in maniera limitata con le normali condizioni fisiologiche;
- *ASA III*: pazienti con malattie sistemiche, al momento compensata, associata a disturbi sistemici lievi o moderati;
- *ASA IV*: pazienti con malattie sistemiche scompensate, associate a disturbi sistemici medio-gravi, che minacciano la vita degli stessi;
- *ASA V*: pazienti con lesioni gravissime che sono destinati al decesso entro 24 ore senza un adeguato trattamento.

In base quindi alla Classe di Rischio assegnata, il medico anestesista potrà decidere il protocollo anestesilogico più idoneo e le eventuali precauzioni da adottare.

2.2 Strumentazione chirurgica

La strumentazione chirurgica necessaria per eseguire una toracotomia racchiude una parte di strumenti chirurgici generici di base, utilizzati per la maggior parte degli interventi, ed una parte di strumenti specifici necessari per l'accesso alla cavità toracica

❖ Strumenti di base

Tra gli strumenti di base troviamo quelli adibiti alla delimitazione del campo operatorio, quelli utilizzati per la diresi e la dissezione dei tessuti molli, per la sutura, per la presa dei tessuti, per l'emostasi.

Per la delimitazione del campo operatorio o “drappeggio” sono utilizzati *teli di tessuto* a trama spessa (sterilizzabili in autoclave e quindi riutilizzabili) o *teli monouso*, che sono gettati una volta utilizzati. Entrambi i tipi devono essere di materiale non assorbente e non scossi o sbattuti durante il posizionamento per evitare di creare possibili correnti d'aria che potrebbero veicolare microrganismi patogeni sul campo operatorio, alterando l'asepsi (Fossum, 2008).

Per mantenere ben adesi alla cute i teli sono utilizzate delle *pinze fissateli*, generalmente *di Backhaus*, che presentano l'apice delle branche appuntito in modo da poter fissare il telo alla cute sottostante; il numero necessario è vario a seconda dell'ampiezza del campo operatorio e della tecnica di drappeggio utilizzata (Fossum, 2008).

Le tecniche più utilizzate per il drappeggio della parete toracica sono principalmente due: una è effettuata mediante l'utilizzo di quattro teli quadrati posti alla periferia del campo, uno per ogni lato, a formare un rettangolo, ponendo le pinze di Backhaus, in un minimo di quattro, agli angoli del campo operatorio, e collocando sopra questi un grande telo a coprire tutto l'animale, che viene fenestrato delle dimensioni necessarie direttamente dal chirurgo in sede operatoria; l'altra tecnica prevede l'utilizzo di due teli che presentano una incisura a V su un lato, i quali vengono posti in modo speculare a delimitare un campo operatorio a forma di losanga applicando due Backhaus ai vertici delle V; il campo viene poi ampliato facendo trazione sui teli e fissandoli alla cute a formare una specie di ellisse.

Gli strumenti per la dieresi e la dissezione sono innanzi tutto il *bisturi*, formato da una lama, che può avere dimensioni e forma varia, ed un manico. Le lame più utilizzate sono quelle con la forma classica che possono essere di dimensioni più piccole (come la lama n° 10), che si montano su manici n° 3, e di dimensioni più grandi (le più utilizzate sono le n° 19-20-21), che si montano su manici n° 4. Esistono inoltre anche lame con forme diverse, come la lama n° 11 a punta, la lama n° 12 a uncino, la lama n° 15 per la microchirurgia. Inoltre, l'impugnatura del bisturi può essere utilizzata talvolta nell'esecuzione di dissezione smussa.

Altro strumento fondamentale sono le *forbici* che, a seconda della tipologia, possono essere utilizzate sia per la dieresi che per la dissezione, cruenta o smussa. Ne esistono una enorme varietà anche se le più utilizzate sono: le forbici *acute-smusse* (a branca retta o curva), che presentano una branca a punta acuta ed una a punta smussa e sono utilizzate normalmente per la dieresi di tessuti più resistenti; le forbici di *Metzenbaum* presentano branche lunghe e sottili a punta smussa e sono utilizzate per la dissezione smussa principalmente e, talvolta, anche per la dieresi o la dissezione cruenta di tessuti più sottili (Fossum, 2008).

Gli strumenti da sutura sono invece il *porta-ago*, strutturato appositamente per afferrare e manipolare gli aghi curvi e poter così effettuare la sintesi dei tessuti; il più utilizzato tra questi è il *Mayo-Hegar*. Gli *ago da sutura*, che possono essere fusi al filo o da innestare, a sezione varia, con o senza margini taglienti solitamente con cruna francese e curvi, con una curvatura più o meno profonda a seconda delle necessità. I *filo da sutura* possono essere divisi in naturali o sintetici, monofilamento o multifilamento, riassorbibili o non riassorbibili (Fossum, 2008).

Per la presa dei tessuti sono utilizzate delle *pinze tissutali* ossia strumenti formati da due branche saldate l'una all'altra ad un'estremità in modo che le estremità distali si aprano a molla o possano essere chiuse tramite pressione digitale; ne esistono moltissime tipologie a seconda della forma e delle dimensioni delle branche. Si dividono generalmente in *anatomiche*, che presentano all'estremità una zigrinatura per una miglior presa del tessuto senza essere però traumatiche, e per questo utilizzate generalmente per gli organi interni o tessuti friabili, e *chirurgiche*, che presentano invece all'estremità delle punte dette "denti di topo" che si presentano in numero di due in una branca e di una sull'altra, e che sono utilizzate per la manipolazione della cute (Fossum, 2008).

Gli strumenti per l'emostasi più comuni si dividono in quelli che attuano un'emostasi di tipo meccanico e quelli invece che la attuano mediante il calore. Nel primo caso abbiamo le *pinze emostatiche*, che attuano uno schiacciamento del vaso lesa o del tessuto dove il vaso è contenuto, portando all'arresto dell'emorragia. Ne esistono moltissimi modelli a seconda della dimensione, con branche rette o curve, con zigrinatura trasversale, longitudinale, diagonale o una combinazione variabile di queste. Degli esempi possono essere le pinze *Mosquito*, molto piccole, le *Klemmer*, dotate di denti o di sole zigrinature, curve o rette, le *Kelly*, in cui la scanalatura occupa solamente le metà distale della branca.

L'emostasi mediante il calore viene eseguita, invece, con gli *strumenti di elettrochirurgia ad alta frequenza* che permettono di coagulare o tagliare i tessuti grazie al calore che si sviluppa con il passaggio di corrente elettrica attraverso di essi; l'utilizzo di un'onda continua produce vaporizzazione cellulare determinando il taglio del tessuto mentre un'onda discontinua comporta, invece, disidratazione cellulare provocando la coagulazione. Esistono due tipi di elettrochirurgia: la monopolare e la bipolare. La *monopolare* comporta il passaggio della corrente dal manipolo (elettrodo attivo) attraverso il corpo del paziente verso una piastra di terra (elettrodo neutro); il fatto che il manipolo abbia una superficie ridotta che viene in contatto con il tessuto, provoca un aumento di temperatura elevato che porta alla vaporizzazione o alla coagulazione, mentre il fatto che la piastra abbia un'ampia superficie determina un minimo riscaldamento del tessuto in quell'area non provocandone alterazione. Per questo è molto importante far aderire bene la piastra al tessuto in tutta la sua superficie per non rischiare di causare un'ustione al paziente.

L'elettrochirurgia *bipolare*, invece, è a forma di pinza tissutale e presenta i due elettrodi entrambi a livello dello strumento rappresentati dalle branche della pinza, debitamente isolate tra loro.

La corrente passa tra le due branche quando esse si trovano al massimo ad un millimetro di distanza l'una dall'altra, provocandone il riscaldamento e quindi la coagulazione; può essere impostato in modo che il chirurgo lo attivi mediante un pedale, o in alcuni strumenti anche in modo che si attivi automaticamente una volta che le branche vengono avvicinate quanto necessario. Al contrario del precedente la corrente non attraversa il paziente e quindi non ci sono rischi di ustioni, ma con questo strumento è possibile solamente coagulare (Fossum, 2008).

❖ Strumenti specifici

Tra gli strumenti specifici per la cavità toracica abbiamo il divaricatore di Finocchietto e la sega oscillante in caso di sternotomia

Il *divaricatore di Finocchietto* (Figura 2.1) è un modello di divaricatore autostatico, ovvero che una volta posizionato mantiene i tessuti divaricati senza che sia necessario uno sforzo manuale da parte del chirurgo. Questo presenta una parte, che viene introdotta nella breccia operatoria, costituita da due bracci con una parte finale schiacciata, che si applicano ai due lati dell'accesso e che faranno tensione sul tessuto per allargarlo. Un'altra parte è costituita dal meccanismo apposito mediante il quale le branche dello strumento di allargano e la breccia si divarica; tale meccanismo è fatto appositamente per non permettere di alle branche di stringersi e quindi mantenere aperta la breccia per poter lavorare all'interno del torace.

La *sega a lama oscillante* (Figura 2.2) è uno strumento che si rende necessario solamente nel caso in cui si vada ad effettuare una Sternotomia, per poter effettuare la dieresi delle sternebre. Questo strumento è composto da una lama con una porzione tagliente seghettata all'apice, che può esservi applicata di dimensioni e forma variabile a seconda delle necessità. All'accensione dello strumento la lama comincia a oscillare di pochi gradi ma molto velocemente in modo da tagliare il tessuto osseo. La caratteristica di questo strumento è che non agisce bene sui tessuti molli e quindi è necessario scollare i tessuti sovrastanti le sternebre per poterlo applicare direttamente sull'osso.

Per gli interventi intratoracici a volte sono necessari strumenti specialistici per l'esecuzione di determinate manualità. Tra questi abbiamo le pinze vascolari tangenziali di *Satinsky* (Figura 2.3), strumenti atraumatici utilizzati per bloccare il flusso ematico di un vaso temporaneamente, o talvolta anche per bloccare un bronco prima di suturarlo. Presentano una forma caratteristica con due angolature lungo le branche. Le pinze di *Mixter* (Figura 2.3) presentano branche sottili e curve a 45° o a 90°. Sono utilizzate per diverse funzioni quali per effettuare emostasi temporanea, per la dissezione di tessuti difficili da raggiungere e per passare fili da sutura dietro strutture che devono essere legate (spesso vasi sanguigni), azione resa più agevole dalla curvatura delle branche. Talvolta può essere necessario utilizzare forbici con branche corte ed angolate, dette di *Potts-Smith* (Figura 2.3), se si deve raggiungere e tagliare strutture poco accessibili (Fossum, 2008).



Figura 2.1: *Divaricatore autostatico di Finocchietto*



Figura 2.2: *Sega a lama oscillante*



Figura 2.3: *Da sinistra: pinza tangenziale di Satinsky, pinza di Mixer a 90°, forbici di Potts-Smith*

2.3 Anestesia in corso di toracotomia

Il protocollo anestesilogico si compone di tre fasi: la Premedicazione, l'Induzione ed il Mantenimento dell'anestesia. Ognuna di queste fasi viene pianificata a seconda del paziente, del tipo di intervento chirurgico, o della manualità che la rende necessaria, e anche dell'esperienza personale del medico anestesista. In questo paragrafo verranno esposte principali caratteristiche e procedure relative all'anestesia e all'analgesia durante gli interventi a torace aperto.

❖ Premedicazione

La premedicazione è una componente molto importante all'interno di un protocollo anestesilogico e mira fondamentalmente ad attenuare l'ansia e lo stress nel paziente prima dell'induzione dell'anestesia. Inoltre facilita le manualità del medico come il posizionamento dei cateteri venosi, oltre a favorire un risveglio tranquillo dall'anestesia. In particolare deve provvedere a:

- ridurre l'ansia e tenere calmo il paziente;
- procurare analgesia prima dell'intervento chirurgico;
- provocare una sedazione media o moderata;
- aumentare il rilassamento muscolare;
- ridurre gli effetti indesiderati di successivi farmaci anestetici;
- inibire vomito e rigurgito;
- ridurre la quantità di farmaco necessaria ad indurre incoscienza.

Nell'esecuzione della premedicazione vengono solitamente utilizzati farmaci anticolinergici, sedativi o tranquillanti, analgesici oppioidi in associazione tra loro (Seymour & Gleed, 2003).

❖ Induzione e Mantenimento

L'induzione dell'anestesia viene generalmente intesa come il raggiungimento, mediante la somministrazione di farmaci, del cosiddetto "terzo stadio" dell'anestesia, in cui la coscienza e la capacità di eseguire movimenti volontari vengono perduti; è

presente miorilassamento e non c'è risposta, intesa come movimento, alle stimolazioni chirurgiche.

L'induzione dello stato di anestesia può essere praticata mediante l'utilizzo di farmaci iniettabili o inalatori. Questi ultimi, come agenti di induzione, sono poco utilizzati nella pratica veterinaria poiché richiedono tempi più lunghi rispetto a quelli richiesti dagli anestetici iniettabili, possono essere più stressanti per il paziente, e, soprattutto, perché c'è un forte rischio di contaminazione ambientale anche con l'utilizzo di maschere apposite o gabbie per l'induzione (Corletto, 2010).

Più frequentemente sono utilizzati invece farmaci iniettabili come la *ketamina* e il *propofol*, quest'ultimo più spesso degli altri per la sua maggiore sicurezza, l'effetto rapido ed il poco accumulo che determina un rapido risveglio.

Una volta indotto, l'animale viene intubato mediante l'introduzione di un tubo endotracheale in modo da poter fornire all'animale ossigeno e, se richiesto, anestetici inalatori direttamente in trachea e poterlo ventilare artificialmente. Infatti in tutti gli interventi che prevedono l'ingresso in torace è fondamentale poter ventilare l'animale poiché la rottura della pleura parietale con la successiva perdita della pressione negativa presente nello spazio pleurico determina collasso polmonare ed impossibilità ventilazione spontanea. Per questo il soggetto deve essere obbligatoriamente ventilato mediante un ventilatore, oppure manualmente spremendo la borsa di riserva del sistema respiratorio (Seymour & Gleed, 2003).

La pressione necessaria per insufflare il polmone a torace aperto può variare rispetto a quella necessaria a torace chiuso, ma, in ogni caso, è necessario mantenere una normocapnia con la minore pressione possibile, poiché il movimento dei polmoni può ostacolare il lavoro del chirurgo (Corletto, 2010).

È possibile, inoltre, che durante questo tipo di interventi si venga a determinare un calo della PaO_2 dovuto ad un ridotto rapporto ventilazione/perfusione dovuto ad un aumento delle aree atelettasiche causate dal peso degli organi mediastinici sul polmone in decubito e dallo spostamento del polmone durante le procedure chirurgiche. Di conseguenza abbiamo anche lo sviluppo di lieve ipercapnia che determina una vasocostrizione a livello polmonare aumentando gli scambi aria/sangue. In questi casi, quindi, non è consigliabile aumentare la ventilazione poiché questa può portare ipocapnia, con conseguente riduzione della pressione arteriosa polmonare e peggioramento della situazione. È, di solito, più indicato aumentare la concentrazione di O_2 inspirato (Yoshida et al., 1991).

Talvolta si può utilizzare una ventilazione monopolmonare, in caso si debba facilitare alcune procedure chirurgiche o in presenza di masse polmonari che potrebbero essere di origine neoplastica. Infatti spesso non è possibile sapere con certezza se la massa è un ascesso settico o un tumore, perciò alcuni autori riportano che può essere una buona precauzione utilizzare la ventilazione monopolmonare. Questa previene il rischio di diffusione di cellule neoplastiche per aspirazione, non ventilando la parte dove è presente la massa. Può essere realizzata o mediante appositi tubi endotracheali oppure anche bloccando il bronco con un catetere apposito o un catetere di foley cuffiato (Seymour & Gleed, 2003). Tuttavia nella pratica comune questa tecnica viene più spesso utilizzata in toracosopia e per questo trattata più approfonditamente nel paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*.

Il mantenimento dello stato di anestesia viene, invece, più comunemente effettuato con anestetici inalatori, come *isoflurano* o *sevoflurano*, somministrati mediante un tubo endotracheale che impedisce la contaminazione ambientale.

In caso di toracotomia per presenza di una patologia polmonare, può essere talvolta preferibile effettuare un protocollo anestesilogico detto T.I.V.A. (Total IntraVenous Anaesthesia), ossia con l'utilizzo solamente di anestetici iniettabili, poiché le patologie polmonari possono rendere difficilmente prevedibile l'effetto degli anestetici inalatori sul paziente. L'anestesia TIVA viene spesso effettuata generalmente con *propofol* mediante l'utilizzo di una infusione detta CRI (Constant Rate Infusion), oppure con la tecnica VRI (Variable Rate Infusion). Nella CRI il farmaco viene somministrato in infusione continua a velocità costante mentre nella VRI l'anestesista decide, in base ai segni clinici e al monitoraggio, la velocità di infusione del farmaco, aumentandola o diminuendola secondo necessità, in relazione alla stimolazione chirurgica (Corletto, 2010).

❖ **Terapia analgesica preventiva ed intraoperatoria**

La copertura analgesica negli interventi di toracotomia è fondamentale per la qualità del decorso postoperatorio dell'animale e, talvolta, anche per la sopravvivenza dell'animale stesso. Il protocollo analgesico consigliato è di tipo multimodale, ovvero attraverso l'associazione di più tecniche, in modo tale da determinare un'inibizione migliore possibile della trasmissione degli stimoli nocicettivi. Le metodiche che possono essere utilizzate sono la somministrazione endovenosa di

farmaci antidolorifici (oppioidi, FANS, o ketamina), l'esecuzione di blocchi loco-regionali sui nervi intercostali nell'area dell'incisione, l'inoculazione di anestetico locale nel cavo pleurico o l'analgesia epidurale.

La somministrazione sistemica di farmaci antidolorifici viene solitamente effettuata sempre come base a cui associare altre tecniche. È preferibile attuare un protocollo analgesico di tipo multimodale in questi interventi per la loro elevata stimolazione dolorifica e per le conseguenze che ha il dolore sulla ventilazione nel periodo postoperatorio. Gli oppioidi più utilizzati sono la *morfina*, l'*ossimorfone*, l'*idromorfone*, il *metadone* ed il *fentanyl*; quest'ultimo è spesso utilizzato per l'elevata potenza d'azione, ma deve essere somministrato in infusione continua per la durata d'azione eccessivamente breve (Fossum, 2008). Anche i FANS possono essere utilizzati come analgesici sistemici, ma di solito è necessario associarli agli oppioidi per avere un effetto analgesico adeguato.

I blocchi loco-regionali utilizzano invece la deposizione di anestetico locale in sede perineurale determinando il blocco della conduzione degli impulsi di tale nervo. In chirurgia toracica possono essere utilizzati sui nervi intercostali nell'analgesia preventiva o intraoperatoria delle toracotomie intercostali. Questa metodica non è di aiuto nel caso, invece, di toracotomie sternali.

L'iniezione viene effettuata con *bupivacaina* o *ropivacaina* a livello del terzo prossimale dello *spazio intercostale* desiderato caudalmente alla costa, previa controllo del corretto posizionamento extravascolare e fuori dalla cavità pleurica. Per avere un effetto efficace è necessario eseguirle sui nervi di almeno due spazi intercostali cranialmente e caudalmente alla sede di incisione (Corletto, 2010).

Il farmaco può essere inoculato anche a livello dello *spazio paravertebrale*, ottenendo un blocco di più emergenze nervose mediante la sua diffusione craniocaudale, ed inoltre una lieve anestesia anche nello spazio paravertebrale controlaterale per il passaggio del farmaco nello spazio extra durale in direzione mediale (Corletto, 2010). Il punto di repere più importante per l'inserimento dell'ago è il processo spinoso della vertebra toracica in corrispondenza dello spazio intercostale dove verrà fatta l'incisione. L'ago è posizionato 1 cm lateralmente al processo spinoso a livello della testa della costa corrispondente al sito che si intende bloccare, facendo passare l'ago attraverso i muscoli epiassiali (Portela et al., 2012). Il reperimento della corretta posizione di inoculazione dell'anestetico si effettua solitamente mediante l'uso di uno stimolatore nervoso periferico oppure con metodo

“alla cieca” utilizzando un ago di Huber-Tuohy. L'utilizzo di questa tecnica determina minimi effetti sui valori di gas ematici e sulla ventilazione del paziente ed ha una durata fino a 12 ore (eseguita con *bupivacaina* allo 0,5%) (Berg & Orton, 1986), (Thompson & Johnson, 1991).

L'inoculazione nello spazio pleurico di anestetico locale (*bupivacaina* di solito) può essere eseguita come analgesia preventiva sia nel caso di una toracotomia intercostale che di sternotomia. Nel caso l'animale presenti dei drenaggi già preventivamente posizionati, l'anestetico può essere introdotto mediante questa via, altrimenti con siringa. Il farmaco va a diffondersi sulla pleura parietale determinando blocco della conduzione dei nervi intercostali con cui viene a contatto. In caso di sternotomia la tecnica viene eseguita in decubito sternale, mentre con accesso intercostale si pone l'animale in decubito sul lato dove verrà eseguita l'incisione; questo ovviamente per far in modo che l'anestetico si distribuisca nell'area della futura incisione. Il paziente deve essere mantenuto nel decubito adeguato per un tempo che varia dai 5 ai 15 minuti a seconda degli autori (Seymour & Gleed, 2003), (Fossum, 2008), (Pavlidou et al., 2009). Il dosaggio consigliato risulta essere 1,5 mg/kg per la *bupivacaina* 0,5%, il quale non ha evidenziato effetti sulla gittata cardiaca né sintomi di alterazioni emodinamiche rilevanti. La durata d'azione indicata è fino a un massimo di 12 ore (Pavlidou et al., 2009). In uno studio effettuato nel 2006 è stato visto che questa metodica può essere utilizzata anche in soggetti che hanno subito una pericardiectomia precedente senza avere effetti negativi sul paziente. Dallo studio emerge che l'iniezione di *bupivacaina* in tali pazienti determina un effetto limitato sulla gittata cardiaca e che può essere quindi utilizzata, al dosaggio descritto, in modo sicuro (Bernard et al., 2006).

Inoltre, se vengono posizionati dei drenaggi toracici, può essere utile continuare la somministrazione postoperatoria circa ogni 6 ore, con somministrazione lenta poiché può provocare bruciore.

È stato visto, inoltre, che l'effetto analgesico di queste due tecniche precedentemente descritte e della somministrazione di morfina sistemica è simile (Thompson & Johnson, 1991).

L'esecuzione di un'anestesia epidurale può essere presa in considerazione poiché anch'essa molto efficace in questi tipi di interventi, sempre combinata ad un'analgesia sistemica. Questa può essere eseguita con l'introduzione nello spazio epidurale di un anestetico locale, come la *bupivacaina*, o di un'oppioide, come la

morfina, l'*ossimorfone*, la *buprenorfina* (Pavlidou et al., 2009). Uno studio riporta la possibilità di utilizzare bupivacaina e morfina insieme con la presenza di un effetto sinergico tra i due farmaci ed una maggiore potenza analgesica (Troncy et al., 2002).

2.4 Monitoraggio

Il monitoraggio necessario durante interventi di toracotomia include la valutazione dei parametri standard utilizzati durante tutti gli interventi con particolare attenzione ai parametri che ci definiscono la funzione respiratoria. Parametri classici sono:

- la frequenza ed il ritmo cardiaco, associata alla valutazione del tracciato elettrocardiografico;
- la temperatura corporea;
- la pressione sistolica e diastolica;
- la saturazione di ossigeno del sangue mediante pulsossimetro;
- la quantità di anestetico inalatorio inspirato ed espirato;
- la produzione urinaria.

Per la misurazione della temperatura corporea durante l'intervento è preferibile utilizzare la via rettale, al contrario degli interventi addominali in cui è preferita la sonda trans-esofagea. Questo perché l'accesso chirurgico potrebbe influenzare significativamente la misurazione con tale metodica e riportare valori meno attendibili (Corletto, 2010).

Particolare attenzione viene data poi a parametri come la pressione nelle vie aeree ed il volume minuto, che indicano il gas che circola all'interno delle vie aeree, la capnografia e l'anidride carbonica a fine espirazione (EtCO_2), i parametri emogasanalitici come la pressione di CO_2 nel sangue (PaCO_2), la pressione ematica di ossigeno (PaO_2) ed il pH.

Una valutazione combinata di capnografia, pulsossimetria ed emogasanalisi è l'ideale per questo tipo di interventi; ci permette, infatti, di monitorare la funzione respiratoria accuratamente mediante i due monitoraggi non invasivi usati in modo continuo, ed aggiustando l'interpretazione di questi due con intermittenti valutazioni dei gas ematici (Seymour & Gleed, 2003).

Inoltre è molto importante una valutazione attenta dell'ECG, della pressione arteriosa invasiva, la temperatura e della produzione urinaria, soprattutto se l'intervento determina alterazioni emodinamiche ingenti (Corletto, 2010).

2.5 Sala operatoria e preparazione del paziente

La sala operatoria per l'esecuzione di una toracotomia necessita di tutti quei requisiti minimi che sono necessari per qualsiasi intervento chirurgico di base, ovvero deve avere pareti in materiale lavabile e disinfettabile di colore chiaro e deve essere delle dimensioni sufficienti da consentire al chirurgo di muoversi con comodità evitando le strutture contaminate, e da contenere le strumentazioni anestesilogiche ed i macchinari necessari per le diverse procedure chirurgiche. Inoltre la sala deve essere collegata con i locali di induzione e risveglio, devono essere presenti gli arrivi dei gas anestesilogici e dell'ossigeno, armadi per attrezzature varie e una o più lampade scialitiche, preferibilmente a soffitto. Devono essere presenti adeguati macchinari anestesilogici e per il monitoraggio, il tavolo operatorio, un aspiratore e tavolini servitori per poggiarvi gli strumenti chirurgici.

La preparazione del paziente avviene nella sala di induzione, dove l'animale viene tosato, mediante una tosatrice elettrica o un rasoio manuale, rimuovendo un'area di pelo nella zona in cui si prevede di effettuare l'incisione chirurgica.

Per la toracotomia intercostale la tricotomia coinvolge un'ampia zona, tenendo conto di possibili incisioni secondarie o apposizione di drenaggi; di solito si effettua fino allo sterno e al dorso e ad una distanza di 15-20 cm dallo spazio intercostale prescelto.

Per la sternotomia, invece, la tricotomia si effettua su tutto lo sterno, comprendendo la regione caudale del collo fino alla regione più craniale dell'addome, a livello del cavo ascellare e sulla porzione più ventrale del costato.

Finita la tricotomia il pelo residuo deve essere aspirato con un aspirapolvere, sempre in sala induzione, in modo tale da evitare che i peli veicolino microrganismi patogeni in sala operatoria, compromettendo l'asepsi.

Una volta in sala, in caso di toracotomia intercostale, il paziente viene posizionato in decubito laterale (destro o sinistro a seconda della necessità), mentre, in caso di

sternotomia mediana, in decubito dorsale. Viene poi legato al tavolo operatorio con alcuni lacci e, talvolta, stabilizzato tramite l'ausilio di posizionatori a "V" o a vuoto; tali accorgimenti devono essere applicati prestando attenzione a non interferire con la funzione respiratoria del paziente che spesso, in questo tipo di interventi, può essere già compromessa di per sé.

Si procede quindi alla preparazione sterile della cute tramite garze imbevute di alcol e tamponi imbevuti di iodio povidone. Si procede dal centro dell'area rasata, eseguendo movimenti circolari e centrifughi verso la periferia del campo operatorio evitando di ripassare su zone già deterse; il campo operatorio viene passato alternativamente con le due soluzioni, per tre volte, per consentire un tempo di contatto minimo di 5 minuti al fine di avere un effetto germicida residuo sulla cute.

2.6 La tecnica chirurgica

L'accesso alla cavità toracica può essere effettuato mediante la dieresi dei muscoli intercostali oppure sezionando longitudinalmente lo sterno. La scelta tra l'una e l'altra tecnica è influenzata dal tipo di patologia che impone l'intervento chirurgico, in relazione soprattutto alla sua localizzazione e distribuzione nella cavità toracica. Solitamente si tende a preferire la tecnica di accesso sternale quando la patologia è diffusa ad entrambi gli emitoraci o si trova in una porzione del mediastino difficilmente raggiungibile lateralmente, se si trova sopra lo sterno o se non si hanno informazioni precise sulla localizzazione della patologia.

❖ Toracotomia intercostale

Il paziente viene posizionato in decubito laterale opposto al lato dove si è deciso di effettuare l'accesso e si drappeggia il paziente delimitando il campo operatorio, che comprende solitamente quasi tutta la parete toracica; quindi si individua lo spazio intercostale più idoneo a seconda della localizzazione della patologia all'interno della cavità toracica.

È bene ricordare che le coste poste cranialmente all'incisione si retraggono con più facilità rispetto a quelle poste caudalmente, perciò tra due spazi intercostali adiacenti

è sempre meglio scegliere quello più caudale. Una volta individuato lo spazio idoneo si effettua un'incisione netta con il bisturi di cute, sottocute e muscolo cutaneo del tronco, partendo in prossimità dei corpi vertebrali ed arrivando vicino allo sterno.

Visualizzato il muscolo larghissimo del dorso, lo si scolla dal piano sottostante e si incide con le forbici tamponando l'emorragia che ne consegue.

Alcuni studi riportano la possibilità di non recidere il muscolo larghissimo del dorso ma di restrarlo dorsalmente. La tecnica prevede di liberare il bordo ventrale del muscolo dall'attacco con il connettivo per una lunghezza varia a seconda della mole del soggetto, quindi scollarlo dal piano sottostante e restrarlo dorsalmente con un divaricatore manuale. Fondamentale per retrarre correttamente il muscolo e ottenere un'ottima visualizzazione degli organi toracici è l'incisione ampia del muscolo cutaneo del tronco e la corretta liberazione del bordo ventrale del larghissimo del dorso che ne permette una retrazione corretta. La visualizzazione della cavità toracica evidenziata con questa tecnica è sovrapponibile a quella con la tecnica standard. L'utilizzo di questa tecnica evidenzia un miglioramento dell'algia nel postoperatorio (vedi paragrafo *Complicazioni postoperatorie in seguito a toracotomia intercostale*) (Dean & Pope, 1992).

L'esecuzione di questa tecnica è indicata come più agevole nei soggetti di taglia più piccola o nei cuccioli.

A questo punto è sempre fondamentale ricontrollare che lo spazio individuato sia quello corretto insinuando una mano sotto il muscolo larghissimo del dorso fino alla prima costa e contando a ritroso, oppure contando dall'ultimo spazio intercostale. Quindi si vanno a individuare e scollare dal piano sottostante, a livello dello spazio prescelto, il muscolo serrato ventrale, più dorsalmente, e il muscolo scaleno, più ventralmente, e quindi si procede a inciderli sempre mediante l'uso di forbici.

La stratigrafia descritta fino ad ora risulta corrispondente ad un accesso al 4° o 5° spazio intercostale. Dal 6° spazio in poi non troviamo più il muscolo scaleno mentre troviamo ventralmente le inserzioni costali del muscolo obliquo esterno dell'addome. Dall'8° spazio, invece, non è più presente il muscolo serrato ventrale mentre nell'11° e nel 12° spazio troviamo il muscolo serrato dorsale caudale.

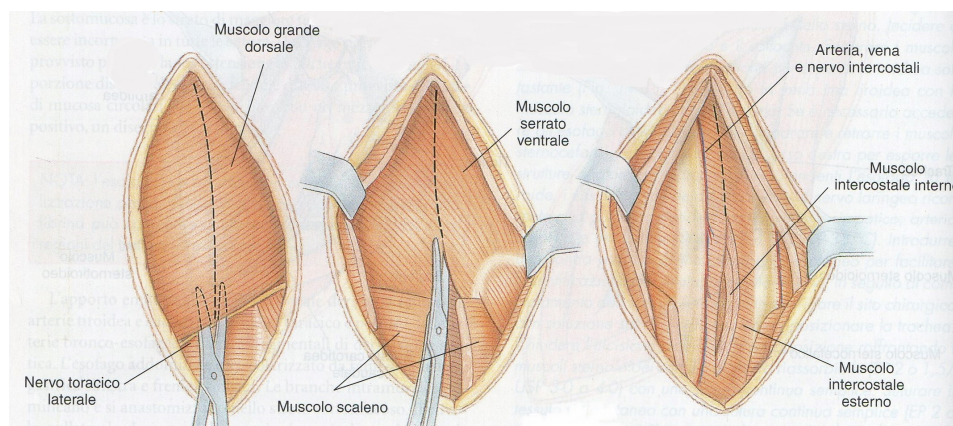


Figura 2.4: Stratigrafia della parete toracica a livello del 4° spazio intercostale

A livello della giunzione costo-condrale si introducono le forbici a punta smussa sotto al muscolo intercostale esterno e si incide il muscolo in direzione dorsale al centro dello spazio intercostale; quindi si completa l'incisione anche in direzione ventrale. Stessa cosa viene effettuata per il muscolo intercostale interno fino a visualizzare la fascia endotoracica adesa alla pleura parietale. Infine si va a perforare tale fascia mediante una forbice a punta smussa chiusa, previa comunicazione all'anestesista.

L'entrata di aria nello spazio pleurico comporta il distanziamento del polmone dalla parete toracica; successivamente la breccia può quindi essere ampliata sia dorsalmente che ventralmente fino alla dimensione necessaria.

Si inumidiscono con della fisiologica sterile, a temperatura corporea, delle pezze da laparotomia e si dispongono sui margini esposti della breccia operatoria, dopodiché si applica un divaricatore di Finocchietto per distanziare tra loro le coste.

Una volta completato l'intervento, la sutura della breccia viene eseguita con materiale riassorbibile di grosso calibro impostando preventivamente i punti, facendo passare l'ago dallo spazio intercostale più caudale a quello più craniale con una sutura detta *circumcostale*. I punti vengono impostati preventivamente prima di essere annodati in modo da essere certi di non lesionare il tessuto polmonare sottostante. Solitamente vengono applicati dai 4 agli 8 punti a seconda delle dimensioni dell'animale e della breccia operatoria da chiudere. Una problematica di

questa sutura può essere il fatto che, nel passaggio del filo intorno alla costa caudale all'accesso, si può imbrigliare il nervo intercostale, determinando maggiore dolore nel periodo postoperatorio.

Potrebbe essere valido, anche se più indaginoso, eseguire una sutura *transcostale*, praticando dei fori a tutto spessore nella costa caudale attraverso i quali far passare i fili, così da non inglobare il nervo intercostale nella sutura determinando un minor dolore postoperatorio (Figura 2.5). Questa metodica è stata oggetto di uno studio che ha determinato appunto che il dolore postoperatorio dei soggetti in cui è stata eseguita questa tecnica era minore rispetto alla tecnica tradizionale. Possibili complicazioni di questa sutura potrebbero essere, tuttavia, frattura della costa ed erosione della sutura (Rooney et al., 2004).

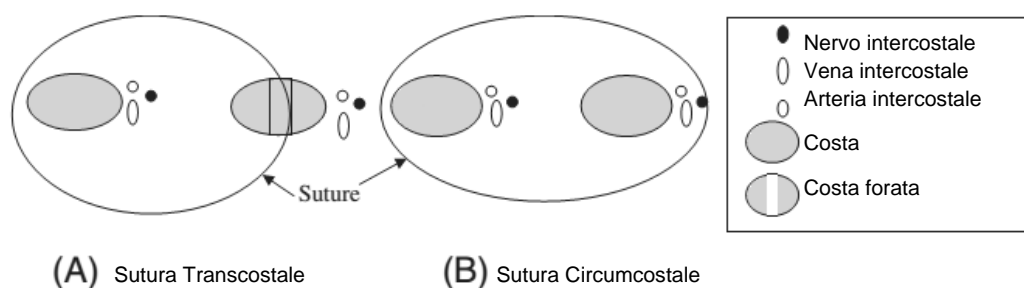


Figura 2.5: Schema che ritrae la sezione trasversale della 4° e 5° costa: (A) sutura transcostale; (B) sutura circumcostale.

Per raggiungere questo obiettivo potrebbe essere valido anche effettuare una dissezione dei tessuti a livello della costa caudale in modo da essere sicuri di non coinvolgere il nervo nella sutura.

Quindi si procede alla chiusura dei punti tramite nodo chirurgico a mano, facendo esercitare una tensione sui fili di sutura da un'assistente, oppure facendo applicare una pinza emostatica o un porta-aghi sopra il primo nodo chirurgico, una volta stretto, per impedire lo scorrimento del filo mentre si effettua il primo soprannodo. Una volta serrati tutti i punti precedentemente impostati, si suturano il muscolo serrato ventrale, il muscolo scaleno e il larghissimo del dorso con sutura continua con filo in materiale riassorbibile.

Infine si aspira l'aria presente in torace mediante un drenaggio, preventivamente inserito, o, in assenza del drenaggio, con un ago butterfly e una siringa, quindi si procede alla sutura del piano sottocutaneo con sutura continua in materiale riassorbibile, e della cute con sutura a punti staccati in materiale non riassorbibile.

❖ **Sternotomia**

Il paziente viene posizionato in decubito dorsale e il drappeggio viene eseguito in modo da delimitare l'area tutt'intorno allo sterno.

Si incidono la cute e i piani sottocutanei lungo la linea mediana sopra lo sterno, fino a visualizzare il piano muscolare, composto dal muscolo pettorale superficiale, che occupa solo la parte più craniale dello sterno, e dal muscolo pettorale profondo, che invece ricopre lo sterno in tutta la sua lunghezza. Si procede incidendo e successivamente scollando i ventri dei muscoli sopracitati per scoprire le sternebre.

Mediante l'utilizzo di una sega oscillante si tagliano longitudinalmente le sternebre lungo la linea mediana, avendo l'accortezza di lasciarne intatte una o due ad un estremo dello sterno. Ciò permette di evitare lo scorrimento delle emisternebre durante la guarigione della ferita, riducendo il dolore postoperatorio e impedendo deformazione dello sterno. Mentre si utilizza la sega oscillante è consigliato far gocciolare della fisiologica sopra la lama quando questa viene a contatto con le sternebre per evitare il rischio di eccessivo riscaldamento.

È necessario prestare attenzione quando si è vicini al completamento dell'incisione dello sterno in senso cranio-caudale per evitare di creare lesioni a carico degli organi intratoracici sottostanti. Effettuata la dieresi, si applicano dei tamponi o delle pezze

inumidite con fisiologica sterile a temperatura corporea a protezione dei margini della breccia e si applica un divaricatore di Finocchietto.

Talvolta può essere un buon accorgimento applicare due divaricatori più piccoli invece di uno grande per distribuire meglio le forze su tutto il margine della breccia e evitare che la tensione si accumuli in un solo punto.

Una volta completato l'intervento, la sutura della breccia si effettua con filo d'acciaio o filo da sutura di grosso calibro.

Sulla tenuta meccanica di questi due fili sono stati eseguiti alcuni studi negli ultimi anni.

Nel 2002, in uno studio eseguito su cani tra i 26 ed i 32 kg, è stata comparata la tenuta meccanica tra il filo d'acciaio ed un filo da sutura in polibutestere (Novafil®). È stato visto che l'utilizzo del filo d'acciaio risulta essere migliore in soggetti di questa mole, poiché presenta una stabilità maggiore e più duratura ed una più rapida fusione e guarigione delle emisternebre, con una minore infiammazione e fibrosi, risultando consigliata dagli autori per questi soggetti. Oltre a questo non sono state, tuttavia, evidenziate differenze dal punto di vista delle complicazioni, né del dolore postoperatorio (Monnet et al., 2002).

Nel 2011 invece è stato eseguito uno studio simile con l'utilizzo però di un filo da sutura riassorbibile in polidiossanone (PDS II®). I risultati con questo filo sono stati molto buoni e gli autori concludono che l'utilizzo del polidiossanone, per la sua buona tenuta meccanica simile al filo d'acciaio, può essere un'ottima alternativa in cani fino ai trenta chili. Inoltre la percentuale di fratture delle sternebre a forze molto elevate con questo filo è minore rispetto al filo d'acciaio, perciò gli autori sottolineano che il suo utilizzo può essere preso in considerazione soprattutto in soggetti con una base ossea fine e di peso più basso. È importante sottolineare, tuttavia, che al contrario dello studio precedente, questo è stato eseguito su cadaveri e non abbiamo quindi nessun tipo di valutazione della guarigione con i due diversi fili (Gines et al., 2011).

La linea guida più utilizzata attualmente e riportata nella maggior parte dei libri di testo indica l'utilizzo del filo da sutura in soggetti inferiori a 15 Kg di peso e l'utilizzo di filo d'acciaio in soggetti superiori a 15 Kg di peso.

La tecnica più utilizzata prevede di far passare il filo in modo da formare un otto attorno ad ogni sincondrosi sternale, passando il filo davanti e dietro alla costa e incrociandolo alternativamente una volta all'interno ed una volta al di fuori dello

sterno. È necessario impostare i vari punti preventivamente prima di chiuderli, in modo tale da non rischiare di lesionare o comprendere nella sutura gli organi sottostanti la breccia. Dopodiché si suturano i piani muscolari e il sottocute con sutura continua semplice e la cute con punti staccati (Figura 2.6).

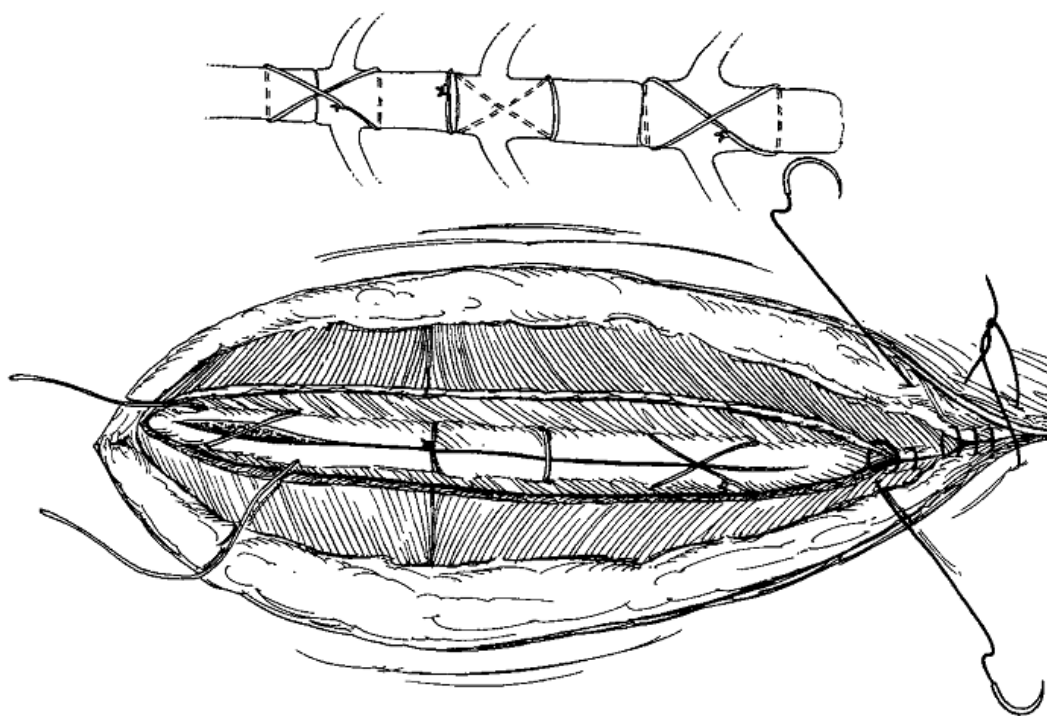


Figura 2.6: rappresentazione grafica della tecnica di sutura delle sternebre.

Oltre a quella appena descritta, esistono anche altre tecniche per l'avvicinamento delle emisternebre e la chiusura dello sterno come:

- ♦ cerchiaggi singoli applicati al centro di ogni sternebra stretti con l'avvitamento dei capi del filo in senso orario (Figura 2.7 A);
- ♦ l'applicazione del filo ad otto con una doppia chiusura per avvvitamento davanti e dietro a ciascuna sincondrosi (Figura 2.7 C);
- ♦ cerchiaggi a doppio anello, chiusi facendo passare entrambi i capi del filo dentro l'anello, applicati al centro di ogni sternebra (Figura 2.7 D);
- ♦ cerchiaggi a doppio anello, chiusi facendo passare entrambi i capi del filo dentro l'anello, applicati ad ogni sincondrosi sternale (Figura 2.7 E).

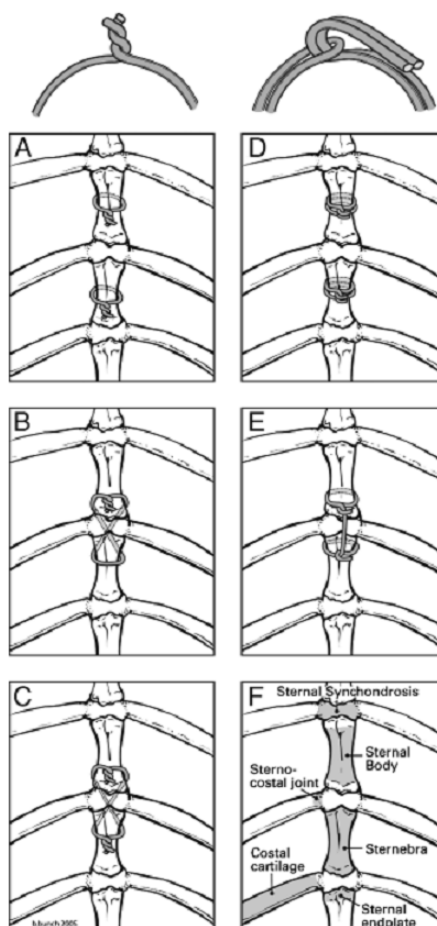


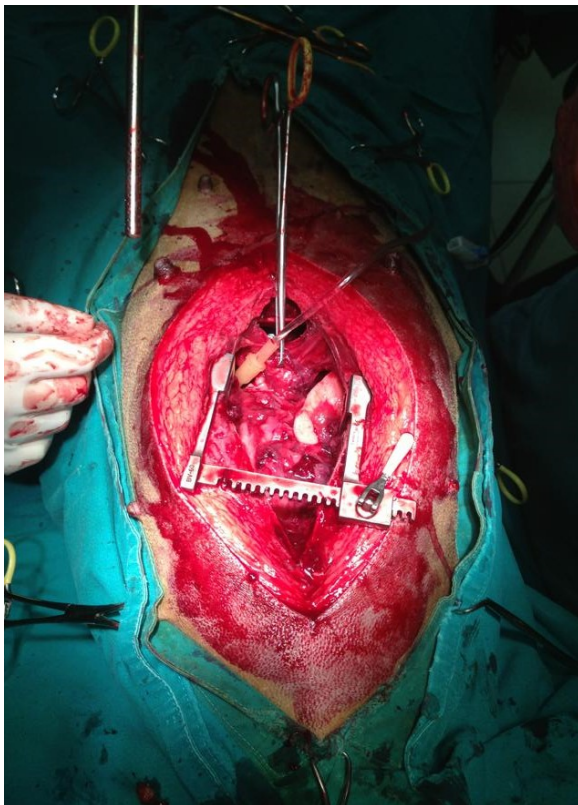
Figura 2.7: varie tipologie di sutura delle sternebre: (A) due cerchiaggi singoli al centro della sternebra; (B) cerchiaggio a forma di otto centrato sulla sincondrosi sternale con chiusura singola; (C) cerchiaggio a forma di otto centrato sulla sincondrosi sternale con doppia chiusura; (D) due cerchiaggi a doppio anello al centro della sternebra; (E) cerchiaggio a doppio anello centrato sulla sincondrosi sternale; (F) terminologia anatomica delle componenti ossee dello sterno canino.

Uno studio effettuato nel 2006 ha paragonato tutte queste metodiche confrontandone la resistenza alle forze di compressione e di trazione. Dallo studio è emerso che l'applicazione di cerchiaggi singoli risulta sconsigliata perché legata ad una maggior frequenza di traslazioni e di fratture; questo sembra causato dal fatto che le sternebre hanno una forma a clessidra e l'applicazione del cerchiaggio al centro, ovvero nel punto più sottile, risulta meno efficace nel contrastare le forze ed induce a possibili fratture. È, per questo, indicata l'applicazione dei cerchiaggi a livello delle sincondrosi sternali perché legate ad un rischio di spostamento e di frattura delle emisternebre più basso. Inoltre gli autori hanno notato che l'applicazione di cerchiaggi a doppio anello non aumenta la stabilità meccanica della sutura, ma risulta più difficile ed indaginoso da eseguire. In conclusione le suture ad otto si sono dimostrate le più indicate sia dal punto di vista pratico, sia perché hanno un'ottima resistenza alle forze con basso rischio di traslazione delle emisternebre (Davis et al., 2006).

Una volta completato l'intervento, come per la toracotomia intercostale, deve essere asportata l'aria residua dallo spazio pleurico mediante un drenaggio toracico precedentemente applicato (ovviamente sempre con ingresso intercostale) o mediante un ago butterfly e una siringa.



***Figura 2.8:** esecuzione di un accesso sternotomico con l'utilizzo di una sega a lama oscillante*



***Figura 2.9:** sternotomia per la rimozione di un ascesso da forasacco*

2.7 Trattamenti postoperatori

Una corretta gestione postoperatoria del paziente è fondamentale per la buona riuscita dell'intervento chirurgico.

Solitamente i trattamenti variano a seconda della patologia che ha richiesto l'intervento toracico e del tipo di intervento eseguito in cavità toracica dopo la toracotomia.

In linea generale in un intervento toracico i trattamenti effettuati riguardano il controllo delle infezioni, la terapia del dolore e la gestione del drenaggio toracico se presente. Inoltre, soprattutto nell'immediato postoperatorio, può essere necessario effettuare un'ossigeno terapia se il soggetto presenta un'alterazione della ventilazione con ridotti scambi a livello polmonare e rischio di ipossia. Per il trattamento di questa problematica, come spiegato in seguito, svolge un ruolo fondamentale anche la terapia analgesica.

Per effettuare nel modo più idoneo questi trattamenti e scongiurare possibili complicazioni, l'animale dovrebbe essere ospedalizzato dopo l'intervento, con una degenza di durata variabile a seconda del tipo di intervento e delle condizioni di salute del paziente.

La terapia antibiotica postoperatoria viene effettuata, sulla base della conoscenza dei microrganismi che con più probabilità possono essere presenti nella cavità toracica.

È stato valutato che i patogeni più frequenti che causano infezioni postoperatorie in interventi polmonari e cardiovascolari sono lo *Staphylococcus spp.* e i germi gram-negativi come *Pasteurella*, *Klebsiella* o *Pseudomonas* (Fossum, 2008). A difesa dell'organismo possono essere quindi somministrati associazioni di *amoxicillina* e *acido clavulanico* o *enrofloxacin* e β -lattamici (*penicilline* o *cefalosporine*), oppure *penicilline* (*ampicillina* o *amoxicillina*) e *aminoglicosidi* (*gentamicina* o *amikamicina*), evitando di somministrare quest'ultimi in pazienti nefropatici a causa della loro nefrotossicità.

Talvolta, in caso di pazienti con infezioni preesistenti, come accade in corso di ascessi polmonari di varia origine, è preferibile cominciare una terapia antibiotica profilattica prima dell'intervento, che verrà continuata poi nel periodo postoperatorio. In questi casi, inoltre, può essere molto utile effettuare dei tamponi direttamente sulla lesione durante l'intervento ed eseguire su questi un esame

colturale associato ad un Antibiotogramma, che permette di poter eseguire una terapia antibiotica più mirata. La durata della somministrazione solitamente varia a seconda del processo patologico e della tossicità dell'antibiotico, anche se solitamente si protrae per almeno 7-10 giorni dopo l'intervento o, se l'infezione è sempre presente, 2-3 giorni dopo la risoluzione apparente della stessa (Fossum, 2008).

La terapia analgesica postoperatoria è fondamentale negli interventi di toracotomia, poiché questi sono sempre associati ad un'elevata stimolazione dolorifica nell'animale. In realtà nel postoperatorio viene continuata la somministrazione di analgesici già impiegati a livello preventivo e intraoperatorio (vedi il paragrafo *Anestesia in corso di toracotomia*), in modo tale da impedire allo stimolo dolorifico di verificarsi e riuscire a controllarlo in modo migliore. Il protocollo analgesico postoperatorio più idoneo è di tipo "multimodale", ossia con l'utilizzo di più metodiche in modo tale da ottenere una copertura analgesica idonea. È particolarmente importante in questi interventi, oltre che per aumentare il confort dell'animale, anche per migliorare la ventilazione e impedire complicazioni che si possono verificare sulla funzionalità respiratoria in caso di elevato dolore.

Come terapia analgesica sistemica si preferisce, di solito, ricorrere ad analgesici oppioidi per la loro eccellente efficacia, scegliendo quelli con una più lunga durata d'azione; quelli più frequentemente prescritti sono *metadone*, *idromorfone* o *morfin*a (Fossum, 2008). Vari studi riportano che la rimozione del dolore comportato dall'accesso in cavità toracica in realtà aumenta la funzione respiratoria più di quanto l'oppioide stesso non deprima il Centro del respiro, comportando un vantaggio nel loro utilizzo (Berg & Orton, 1986), (Thompson & Johnson, 1991). La loro somministrazione nel periodo postoperatorio comporta, quindi, al contrario di quanto si potrebbe pensare, un miglioramento della funzionalità polmonare e della ventilazione (Pavlidou et al., 2009).

Un'alternativa può essere anche la somministrazione di Fentanyl in soluzione transdermica, che viene somministrato nel postoperatorio nell'area interscapolare, determinando un effetto analgesico molto duraturo, fino a 4 giorni. L'inizio dell'effetto si ha però dopo circa 2-4 ore quindi, per avere una corretta analgesia postoperatoria, può essere somministrato prima dell'intervento oppure se somministrato dopo, deve essere utilizzata una terapia alternativa per questo periodo di tempo (Freise et al., 2012).

In associazione a questi, per ridurre l'infiammazione ed aumentare la copertura analgesica possono essere impiegati antinfiammatori non steroidei (FANS) come il *Carprofen* che ha un'azione selettiva sulla ciclossigenasi infiammatoria (COX-2) e quindi con minori effetti collaterali e maggiore azione mirata, oltre a non avere effetti depressori sulla respirazione. Quando viene utilizzato questo tipo di farmaci antinfiammatori viene associato spesso un farmaco riduttore dell'acidità gastrica come la *ranitidina*.

Oltre ad una terapia sistemica può essere associata anche una terapia analgesica locale con l'inoculazione intrapleurica di *bupivacaina* effettuata attraverso il drenaggio, se posizionato, o con siringa; se non sedato durante la procedura, l'introduzione deve essere effettuata lentamente poiché questo farmaco può dare bruciore. Inoltre è stato visto può essere utilizzata anche nei soggetti che hanno subito una pericardiectomia precedente, senza incorrere in particolari problematiche (vedi paragrafo *Anestesia in corso di toracotomia*).

Una corretta gestione del drenaggio toracico è fondamentale per non incorrere in possibili complicazioni nel postoperatorio.

Solitamente, dopo il suo inserimento, il drenaggio viene protetto con un bendaggio leggero, per scongiurare possibili infezioni retrograde, e non stretto per evitare di ridurre la compliance polmonare del paziente ma in modo tale da mantenerlo ben adeso alla gabbia toracica.

Il bendaggio deve essere cambiato almeno una volta al giorno, l'ingresso in torace del drenaggio deve essere controllato per poter rilevare possibili segni di infezione o pneumoderma e disinfettato accuratamente prima del riposizionamento del bendaggio (Nelson & Couto, 2011).

L'aspirazione di liquidi tramite il drenaggio può essere intermittente o continua; di regola la prima tecnica è sufficiente per permettere un'adeguata fuoriuscita dei liquidi che si sono accumulati in torace. Tale tecnica prevede l'aspirazione del liquido mediante una siringa, facendo sempre attenzione a bloccare l'ingresso di aria alla sua applicazione sull'estremità del drenaggio; l'ingresso di aria può essere scongiurato con l'utilizzo di una pinza emostatica applicata a chiusura del drenaggio oppure tramite un'apposita pinza a "C" che ha il vantaggio di non danneggiare il drenaggio.

È sempre bene riportare la quantità di liquido aspirato in modo da poterne valutare la produzione durante i giorni di degenza.

Come meccanismo di aspirazione continua può essere applicata all'estremità del drenaggio una "valvola di Heimlich", che esercita un'aspirazione di tipo unidirezionale grazie ad un dispositivo a becco di flauto, generalmente in gomma o caucciù. Tale dispositivo si chiude durante l'inspirazione, opponendosi al flusso d'aria in entrata causata dalla pressione negativa intratoracica, mentre durante l'espirazione si apre permettendo la fuoriuscita di eventuali fluidi presenti nello spazio pleurico.

Il drenaggio toracico viene mantenuto in sede fino a quando il volume del liquido prodotto è esclusivamente quello determinato dalla presenza stessa del drenaggio nella cavità toracica, ovvero circa 2,2 ml/kg/die (Fossum, 2008).

2.8 Complicazioni

❖ Complicazioni intraoperatorie

Le complicazioni relative al periodo intraoperatorio che possono verificarsi in corso di Toracotomia Intercostale o Sternotomia sono pressoché sovrapponibili e per questo trattate entrambe in questo capitolo. Tali complicazioni possono essere di vario tipo e possono allungare la durata dell'intervento, minando alla sua corretta riuscita.

Durante l'accesso alla cavità toracica, nella prima diresi della pleura, è possibile causare una lesione al tessuto polmonare sottostante che deve essere corretta subito dopo il completamento dell'accesso. Inoltre accidentali lesioni al polmone possono verificarsi anche durante l'esecuzione dell'intervento per manualità errate. La correzione di queste mediante sutura è importante, non solo per il sanguinamento che ne deriva, ma anche per la successiva formazione di pneumotorace postoperatorio.

Uno dei rischi maggiori durante questi interventi è la rottura di strutture vascolari che possono determinare emorragia. Proprio per il calibro e l'importanza dei vasi sanguigni che sono localizzati nella cavità toracica il rischio di questa problematica è alto, come è alto il rischio che l'emorragia sia particolarmente grave. Inoltre anche la sola diresi della parete muscolare determina sanguinamento molto lieve ma

difficilmente arrestabile, che, in corso di interventi molto lunghi, può essere problematica per l'animale. Nel caso di ipotensione grave considerare la somministrazione di colloidali, di plasma o di sangue intero.

Durante le manovre chirurgiche è possibile determinare un'eccessiva stimolazione meccanica del miocardio o dei rami del nervo vago che può comportare l'avvento di aritmie. In seguito a stimolazione del muscolo cardiaco si può andare incontro ad extrasistoli, che cessano al termine della manualità. Se necessario può essere somministrata *lidocaina* per via endovenosa, in dose singola o in infusione. La stimolazione del nervo vago, invece, determina bradicardia che migliora, di solito, al cessare della manualità.

L'ipotermia è un'altra possibile complicazione intraoperatoria, poiché il fatto che la cavità toracica sia aperta determina una maggiore dissipazione del calore ed evaporazione dall'apparato respiratorio. Il calo di temperatura deve essere prevenuto il più possibile mediante l'utilizzo di tappetini riscaldabili, la somministrazione di fluidi caldi e di lavaggi intracavitari caldi e con l'applicazione di pezze inumidite calde sui lobi polmonari, soprattutto se l'intervento ha una durata eccessiva. Per il monitoraggio della temperatura corporea è preferibile utilizzare la via rettale perché la sonda trans-esofagea potrebbe essere significativamente influenzata dall'accesso chirurgico (Corletto, 2010). L'ipotermia determina conseguenze negative molto marcate, sia a livello intraoperatorio, sia nel postoperatorio. Se l'ipotermia diventa marcata possono presentarsi durante l'intervento:

- bradicardia;
- ipotensione;
- depressione miocardica;
- riduzione della coagulazione del sangue;
- riduzione della velocità del metabolismo epatico;
- diminuzione della disponibilità di ossigeno per i tessuti per una maggiore forza nel legame O₂-Hgb (Bufalari & Lachin, 2012).

Durante interventi di toracotomia è possibile che vi siano anche complicazioni riguardanti gli scambi respiratori, con un conseguente calo della pressione arteriosa di ossigeno. Si ha, infatti, un aumento delle aree atelettasiche che si vengono a creare nei polmoni per la loro manipolazione, per l'esecuzione della tecnica o per il peso degli organi mediastinici che grava sul polmone in decubito. Ciò provoca una diminuzione del rapporto ventilazione/perfusione e un aumento della frazione di

shunt. Risulta, quindi, fondamentale durante queste chirurgie fare attenzione alle concentrazioni dei gas ematici ed alla saturazione di ossigeno, in modo da poter rilevare e correggere possibili alterazioni, anche interrompendo l'intervento se si ritiene necessario.

❖ **Complicazioni postoperatorie in seguito a toracotomia intercostale**

Le complicazioni che si possono riscontrare in seguito ad un intervento di toracotomia intercostale sono molteplici. Possiamo riscontrare complicazioni legate al danno tissutale durante l'accesso in cavità toracica, alla ferita successiva ed al posizionamento del drenaggio.

Le complicazioni riscontrabili nell'immediato postoperatorio (nelle 12-24 ore successive) possono essere dispnea, ipoventilazione, ipossiemia, squilibri acido-base ed alterazione della funzione polmonare legata a diversi fattori. Uno dei fattori più significativi che possono determinare queste complicazioni è la presenza di un elevato dolore postoperatorio, che può portare ad un'inibizione dell'inspirazione profonda e talvolta, anche a collasso delle vie aeree profonde, comportando una mancata corrispondenza tra ventilazione e perfusione ematica (Bojrab et al., 1998). La stimolazione dolorifica molto elevata può essere, quindi, la causa anche da sola di alterazioni della funzionalità polmonare e riduzione dei meccanismi respiratori dovuti ad una compliance e ad un volume tidale ridotto, a lavoro respiratorio e resistenza polmonare aumentati. Questa evenienza si può verificare soprattutto in caso di una non corretta gestione della terapia analgesica pre, intra e postoperatoria (Pavlidou et al., 2009).

Altro fattore che può determinare difficoltà respiratoria nel primo postoperatorio è l'accumulo di fluidi o aria legati alla procedura chirurgica, per questo è consigliabile aspirare il materiale dalla cavità frequentemente subito dopo l'intervento o applicare meccanismi di aspirazione continua.

Inoltre nell'immediato postoperatorio, è frequente la presenza di emorragia dalla ferita, di solito di grado contenuto.

Talvolta alcuni pazienti possono presentare una marcata ipotermia nel primo periodo dopo l'intervento, legata, generalmente, ad una non corretta gestione del paziente durante l'anestesia che porta ad un'eccessiva dispersione di calore, con un calo della temperatura corporea. Al risveglio il paziente, di solito, presenta i brividi come

risposta ad una bassa temperatura, per cercare di produrre calore. Il riflesso del brivido comporta, però una maggiore richiesta metabolica di ossigeno ed un maggior lavoro cardiaco; può essere giustificata l'attuazione di un ossigenoterapia in pazienti ipotermici che hanno subito una toracotomia. Inoltre soggetti con brividi intensi presentano un aumento del disagio e una minore resistenza al dolore, anch'essa da tenere in considerazione in questo tipo di interventi, viste le conseguenze che ha la stimolazione dolorifica in seguito a queste chirurgie.

Le complicazioni a breve termine (ossia nei primi 14 giorni) possono essere solitamente legate alla ferita. Con più probabilità possiamo riscontrare sieroma, edema eccessivo a livello dei tessuti circostanti, eccessiva infiammazione, o, talvolta, scolo purulento dalla ferita. In uno studio effettuato su le principali complicazioni a breve termine in seguito a toracotomia le prime due tra queste sono risultate le più frequenti (Moore et al., 2007). Inoltre è possibile riscontrare anche zoppia all'arto toracico corrispondente al lato dell'incisione, associata alla scontinuatione chirurgica dei muscoli sovrastanti la gabbia toracica necessaria per l'accesso alla cavità.

Come già accennato nel capitolo relativo alla tecnica chirurgica, è possibile, in alcuni casi, retrarre dorsalmente il muscolo Larghissimo del dorso invece di inciderlo. È stato visto in uno studio comparativo tra questa tecnica e quella standard, che la riduzione della funzionalità dell'arto anteriore dal lato dell'accesso è notevolmente minore, così come il tempo di recupero completo. Inoltre è minore il rischio di formazione di aderenze tra il larghissimo del dorso e la parete muscolare sottostante che potrebbero alterare la mobilità dell'arto a lungo termine. Molto ridotto è anche il dolore postoperatorio, con una migliore ventilazione ed una minore necessità di farmaci analgesici (Dean & Pope, 1992). Così come nel cane, anche nell'uomo è stato visto che questo accorgimento può essere utile per ridurre l'intensità del dolore postoperatorio, la durata del ricovero e velocizza la ripresa funzionale (Bethencourt & Holmes, 1998).

Le infezioni possono essere una complicazione abbastanza frequente e solitamente ben controllata mediante una corretta gestione del paziente.

Le infezioni della ferita possono verificarsi in seguito a diversi fattori legati sia all'intraoperatorio che al postoperatorio. In uno studio effettuato su circa mille interventi chirurgici è stato riscontrato che i fattori di rischio maggiormente associati con un aumento del rischio di infezione della ferita sono: la durata della chirurgia, il numero di persone che agiscono sul sito operatorio ed la presenza di un sito

chirurgico definito sporco. In particolare è stato visto che il rischio raddoppia ogni 70 minuti di intervento (Eugster et al., 2004).

La presenza invece di infiammazione o infezione è associata, inoltre, anche alla durata dell'anestesia, poiché la presenza nel periodo perioperatorio di ipossia e ipotensione possono ridurre la perfusione e quindi l'ossigenazione tissutale riducendo la guarigione del tessuto, mentre la presenza di ipotermia sia durante che dopo l'intervento determina riduzione della funzione fagocitaria dei leucociti (Eugster et al., 2004).

La durata del ricovero è un fattore che risulta importante ed è risultato aumentare il rischio di infezione o infiammazione di circa 1,16 volte ogni giorno di ricovero. In medicina veterinaria come in medicina umana, l'ambiente ospedaliero presenta un maggior rischio di agenti microbici più resistenti, che associati alla presenza di soggetti debilitati e di strumentazioni invasive, aumenta il rischio di infezioni (Eugster et al., 2004).

Anche la taglia del soggetto è indicata come un fattore di rischio più che altro per la presenza di infiammazione della ferita, a causa della maggiore stimolazione meccanica sul sito chirurgico nel periodo perioperatorio (Eugster et al., 2004).

Le complicazioni legate al drenaggio possono incorrere in caso di una sua non corretta gestione. Se non viene bendato e protetto in modo idoneo l'animale potrebbe andare a staccare il meccanismo di chiusura e determinare pneumotorace grave, che potrebbe portare a morte, in caso di tubi di grosso calibro, anche entro 5-10 minuti (Bojrab et al., 1998).

Possiamo anche riscontrare a volte una eccessiva emissione di liquido sieroematico dal drenaggio stesso e dalla cute circostante (Tattersall & Welsh, 2006).

È possibile il riscontro di pneumoderma, legato ad una non corretta posizione del drenaggio, ad una sua alterazione, ad un suo foro di ingresso in torace troppo largo o ad una non corretta sutura dei piani muscolari dove si è eseguito l'accesso alla cavità. Per evitare infezioni intracavitarie il posizionamento del drenaggio e l'aspirazione del materiale in modo sterile, come la somministrazione di antibiotici nel periodo di permanenza in torace dello strumento, sono i metodi più efficaci per prevenire infezioni a livello pleurico e sottocutaneo.

In uno studio effettuato in medicina umana in soggetti con drenaggio toracico permanente, è stato visto che in quelli in cui non veniva somministrato nessun tipo di profilassi antibiotica, la quantità di infezioni era molto più alta. Inoltre può essere

utile controllare periodicamente la contaminazione effettuando degli esami citologici e colturali sul materiale prelevato dal drenaggio (Bojrab et al., 1998).

In seguito ad un'infezione a livello pleurico può presentarsi un pitorace, evenienza abbastanza grave che richiede il mantenimento del drenaggio per un tempo maggiore, il che può aumentare il rischio altre complicazioni (Tattersall & Welsh, 2006).

In uno studio eseguito sui principali fattori di rischio coinvolti nello sviluppo di pitorace, sono stati evidenziati come significativamente legati a questa complicazione l'effettuazione di biopsie ed aghi aspirati intratoracici e la toracocentesi preoperatoria; per questo è indicato sempre eseguire queste tecniche in condizioni di asepsi molto stretta. Il pitorace è stato inoltre associato spesso come complicazione del chilotorace, ma gli autori evidenziano che questa associazione richiede ulteriori studi per essere confermata. Anche una maggiore durata della chirurgia e dell'anestesia, anche se non raggiungono valori di significatività, evidenziano una tendenza che può indicare un legame con l'avvento di pitorace postoperatorio (Meakin et al., 2013).

Alcune volte si può presentare un intrappolamento del parenchima polmonare nel drenaggio, dovuto ad un'aspirazione eccessivamente vigorosa, che può esitare, nei casi gravi, in un infarto del tessuto coinvolto, visibile radiograficamente; questo tipo di complicazione si riscontra però solitamente con meccanismi di aspirazione continua.

Si può verificare il cosiddetto "edema polmonare da riespansione", riportato in pazienti con atelettasia polmonare cronica quando il polmone viene reinsufflato troppo velocemente dopo la rimozione di un versamento o di un pneumotorace; è una complicazione abbastanza rara poiché si verifica in soggetti con atelettasia polmonare cronica presente da più di tre giorni (Bojrab et al., 1998). L'eziologia di questa complicazione non è ancora ben nota, ma si pensa che possa essere legata ad un eccessivo accumulo di radicali liberi durante l'atelettasia, che vengono rilasciati in circolo una volta reinsufflato il tessuto. Queste sostanze vanno ad agire sui capillari aumentandone la permeabilità e causando l'edema. Al contrario dell'uomo, l'edema si presenta in modo molto diffuso e grave già da subito, determinando dispnea grave e spesso la morte in tempi brevi (Fossum, 2008).

Complicazioni più rare possono essere un'irritazione del nervo frenico, che può portare ad una successiva paralisi del diaframma, oppure, in seguito a

pericardiectomia, si può avere uno strofinamento del drenaggio sul cuore con l'avvento di aritmie, solitamente autolimitanti (Bojrab et al., 1998).

Le complicazioni precedentemente elencate sono relative strettamente all'accesso toracico e sono quindi comuni a tutte le toracotomie intercostali. È chiaro che una buona parte delle possibili complicazioni postoperatorie sarà legata al tipo di intervento che è stato eseguito. Tuttavia, trattando in questo caso strettamente la toracotomia intercostale come accesso, non ritengo sia pertinente riportarle.

❖ **Complicazioni postoperatorie in seguito a sternotomia**

Le complicazioni che possono riscontrarsi nel periodo successivo ad una sternotomia sono, in parte, simili a quelle che possono seguire una toracotomia intercostale.

Anche in seguito a questo intervento possiamo riscontrare le stesse problematiche legate al drenaggio, che è posizionato in modo identico per entrambi gli interventi, e legate al dolore postoperatorio e alla riduzione della funzione respiratoria ad esso legata, anche se non sono ancora stati effettuati degli studi approfonditi che comparino tali interventi sulla base di questi due parametri. Per la trattazione tali complicazioni si rimanda al capitolo precedente.

La convinzione, comunque, che la toracotomia sternale provochi maggiore dolore di quella intercostale è ritenuta da diversi autori falsa e non giustificata. Questo probabilmente perché, abbiamo sì un'osteotomia, ma diverse cause di dolore presenti nell'accesso intercostale, come il possibile imbrigliamento nelle suture circumcostali dei nervi intercostali e la scontinuatione dei muscoli della parete toracica, non sono presenti durante questo accesso. Proprio il fatto di lasciare intatti i muscoli intercostali potrebbe verosimilmente determinare un minore deficit nella funzione respiratoria postoperatoria rispetto alla toracotomia intercostale.

Le complicazioni legate alla ferita sono, anch'esse simili al quelle descritte in precedenza, ma in questo caso la taglia dell'animale influisce molto in particolare sulle complicazioni a breve termine. Nei soggetti più pesanti abbiamo una maggiore incidenza di queste complicazioni in seguito a sternotomia a causa della localizzazione ventrale della ferita e del fatto che si trova su una prominenza ossea. Ciò determina una maggiore pressione su di essa, con un rischio maggiore di avere formazione di ematomi, edema, dolore, ed infezione della ferita (Burton & White, 1996).

Possibili complicazioni legate specificatamente alla sternotomia sono una cicatrizzazione ed un'ossificazione instabile dello sterno, sequestro sternale, osteomielite dello sterno e frattura di una o più sternebre (Ringwald & Birchard, 1989). Tali complicazioni sono, comunque, poco frequenti.

Raramente può seguire a questi interventi un danno, di gravità solitamente non eccessiva, ad uno o ad entrambi i plessi brachiali. Situazioni simili sono riportate in medicina umana insieme a possibili fratture delle coste più craniali, presumibilmente a causa di un posizionamento troppo craniale del divaricatore, per eccessiva trazione esercitata con quest'ultimo o per un inappropriato posizionamento degli arti superiori (Vander Salm et al., 1982). Alcuni autori, avendo riscontrato tale complicazione in uno studio, consigliano di tenere slegati e flessi gli arti anteriori durante l'intervento di sternotomia. Tuttavia è necessario considerare che nello studio in questione tale complicazione è stata riscontrata in un solo caso su sessantasette e che il caso in questione è stato operato due volte nel corso di ventiquattro ore per delle complicazioni relative al primo intervento (Burton & White, 1996).

Come già accennato per il capitolo precedente, oltre a quelle appena elencate, rientrano tra le possibili complicazioni postoperatorie anche quelle legate all'intervento effettuato, ma come precedenza si è preferito soffermarsi su quelle relative prettamente all'accesso sternotomico.

Capitolo 3: La Toracosopia

3.1 Valutazione preoperatoria del paziente

Prima di effettuare un intervento di toracosopia, come per ogni altro intervento, il paziente viene visitato per valutare il suo stato di salute, in modo da capire se possa effettivamente affrontare l'anestesia e l'intervento chirurgico e quale sia il rischio anestesiológico di quel soggetto.

La valutazione risulta molto simile a quella che si esegue per un intervento di toracotomia ed è composta dalla raccolta di un'anamnesi accurata e una visita clinica completa, con esecuzione dell'esame obiettivo generale e dell'esame obiettivo particolare se necessario. Sono eseguiti esami di laboratorio come un esame emocromocitometrico e biochimico, esame delle urine, radiografie al torace e, se necessario, anche all'addome associata a ecografia, ed un esame elettrocardiografico e ecocardiografico. Negli ultimi tempi si sta sviluppando anche l'ecografia toracica come mezzo diagnostico, che si dimostra molto interessante ed utile anche in questi casi, sempre e comunque associata all'esame radiografico.

Per una descrizione più approfondita della valutazione si rimanda al paragrafo *Valutazione preoperatoria del paziente* del capitolo *La Toracotomia*.

Nella valutazione preventiva a questo tipo di interventi, particolare attenzione va sempre riservata a valutare attentamente la funzionalità dell'apparato respiratorio e dell'apparato cardiocircolatorio, poiché sono quelli che subiscono più stress nel corso dell'intervento. In toracosopia, in particolare, è necessario fare attenzione se viene utilizzata la ventilazione monopolmonare, poiché gli scambi respiratori potrebbero risentirne, determinando stati di ipossia con maggiore frequenza nei soggetti con patologie a carico di tali apparati. Per questo argomento rimando al paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*, dove verrà esposto in modo più approfondito.

3.2 Strumentario per endoscopia rigida

❖ La colonna endoscopica

La colonna endoscopica di base è costituita da una telecamera, un monitor, una fonte di luce ed un insufflatore, solitamente di raro utilizzo in corso di toracosopia.

La telecamera deve possedere un elevato potere di risoluzione in modo tale da riportare immagini molto definite ed alta fedeltà nei colori per facilitare le procedure chirurgiche. Solitamente sono scelti modelli a 3 CCD (i sensori che trasducono l'immagine in impulso elettrico), rispetto a modelli ad 1 CCD, o ancora meglio a 3 CCD HD poiché l'immagine è di qualità elevata e molto dettagliata. Le telecamere utilizzate presentano, ovviamente, un'estremità adattabile alle ottiche rigide.

L'immagine viene trasmessa ad un monitor, sul quale potrà essere visualizzata, mediante cavi di vario tipo. Per le telecamere ad 1 CCD possono essere utilizzati cavi Compositi (BNC) o S-Video (Y/C), migliore del precedente perché separa l'informazione in due segnali, migliorandone la qualità. Per telecamere a 3 CCD invece possono essere utilizzati cavi RGB che frazionano il segnale in quattro parti. Possono essere utilizzati monitor a tubo catodico o LCD, solitamente preferiti per la migliore definizione dell'immagine e perché possono essere installati su bracci mobili e posizionati in modo più comodo ed efficiente per il chirurgo. Si tende a preferire una capacità di risoluzione del monitor più alta della videocamera, anche se in ogni caso non può migliorare la qualità dell'immagine emessa da quest'ultima. Per telecamere ad 1 CCD è preferibile utilizzare monitor a 500 linee di risoluzione, mentre per quella a 3 CCD monitor a 750 linee (Moore & Ragni, 2012).

La fonte di luce deve essere ad alta intensità per avere un'illuminazione corretta della cavità toracica in modo da non alterare i colori ed evidenziare anche i particolari anatomici. Possono essere principalmente di due tipi, alogene o allo xenon. Quest'ultime hanno ormai rimpiazzato le altre avendo una intensità molto maggiore (50% di Lumen in più per ogni watt). Per interventi di toracosopia, così come di laparoscopia, è necessaria una fonte luminosa allo xenon di almeno 300W per illuminare correttamente la cavità (Moore & Ragni, 2012).

La fonte di luce è portata al laparoscopia attraverso un cavo percorso da migliaia di fibre ottiche. Il diametro del cavo varia a seconda della quantità di luce necessaria; infatti in cavità piccole è preferibile utilizzare cavi sottili per evitare un eccessivo surriscaldamento. Il cavo a fibre ottiche è uno strumento molto delicato e per questo richiede di non essere eccessivamente piegato per non rompere le fibre ottiche al suo interno. La loro rottura comporta, se ingente, delle aree d'ombra e la necessità, quindi, di sostituire il cavo.

L'insufflatore è parte integrante di una colonna endoscopica classica, anche se il suo utilizzo non è frequente in corso di toracosopia. Mediante questo strumento è possibile introdurre gas in cavità toracica, aumentando lo spazio di lavoro. Al contrario dell'addome, il torace presenta una parete rigida e non dilatabile, quindi la totalità della pressione esercitata dal gas va ad agire sui visceri e sui vasi, determinando alterazioni emodinamiche. Questo argomento verrà trattato in modo più approfondito nel paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*. Gli apparecchi più utilizzati oggi sono elettronici poiché sono più sicuri e funzionali, permettendoci di regolare la velocità di insufflazione e la pressione in cavità a seconda delle necessità. Il gas utilizzato è la CO₂ poiché si scioglie bene nel sangue, minimizzando il rischio di emboli, e non è pericoloso durante l'utilizzo di apparecchi termici, come l'elettrobisturi, non essendo infiammabile.

❖ **L'endoscopia rigida**

L'endoscopia rigida (detto comunemente ottica) è uno strumento tubolare cavo in grado di dirigere la luce proveniente da un cavo a fibre ottiche in una zona del corpo o all'interno di una cavità e di restituire un'immagine mediante una serie di lenti (Moore & Ragni, 2012).

Questi strumenti si trovano di vari diametri, normalmente da 1,2 mm a 10 mm. Generalmente i più utilizzati sono quelli da 2,7 mm per i gatti o i cani di piccola taglia mentre per il resto viene utilizzata spesso l'ottica da 5 mm; talvolta in soggetti di taglia grande può essere utilizzata anche l'ottica da 10 mm. Gli strumenti più grandi presentano una maggiore illuminazione, una migliore qualità d'immagine ed un più ampio campo di visione. Gli strumenti più piccoli devono essere posizionati più vicini per avere una visione ottimale, ma sono di più agevole utilizzo in caso di cavità più piccole.

L'angolo di visione può essere vario. Abbiamo strumenti con angolo di 0° , detti anche a visione diretta, che presentano un campo visivo rettilineo; la rotazione dello strumento non determina variazione del campo visivo per cui il loro orientamento risulta relativamente più semplice. Tuttavia questo non permette nessun ampliamento del campo visivo. Gli endoscopi con angolo di visione maggiore (i più comunemente usati sono a 30° o 45°), presentano una visione obliqua, il che determina una variazione del campo visivo alla rotazione dello strumento sul suo asse longitudinale. Questo permette di poter avere un campo visivo maggiore e di poter esplorare e visualizzare aree più difficilmente accessibili. Presenta, di contro, una minore intuitività e facilità nell'utilizzo.

La scelta dell'endoscopio migliore da utilizzare si basa quindi sulla taglia del paziente e sul tipo di procedura che si deve eseguire. In interventi toracoscopici l'endoscopio più consigliato nei libri di testo è da 5 mm con angolo di visuale da 30° . Tuttavia il chirurgo stesso sceglie le dimensioni, la lunghezza e l'angolo a seconda delle sue preferenze e della sua esperienza personale. È necessario tenere conto che gli endoscopi con diametro più grande producono immagini di qualità migliore e trasmettono più luce, quelli più piccoli possono essere più agevoli in spazi piccoli ma trasmettono meno luce. Inoltre con quelli più lunghi abbiamo più rischio di lesioni a strutture o organi e per ogni endoscopio sono necessarie guaine e cannule specifiche per poter eseguire la tecnica chirurgica in modo corretto e non rischiare del danneggiare il paziente o l'ottica stessa.



Figura 3.1: cavo a fibre ottiche e endoscopio rigido da 5 mm con angolo di visuale a 30°

❖ Le trocar-cannule

Una trocar-cannula è composta da uno strumento allungato appuntito detto *trocar* o otturatore, racchiuso dentro un manicotto detto *cannula*, utilizzati per penetrare la parete muscolare. Una volta penetrati in cavità, il trocar viene rimosso e la cannula viene utilizzata per introdurre l'ottica e gli strumenti all'interno (Moore & Ragni, 2012). Nella pratica l'insieme di trocar e cannula è comunemente detto solo Trocar.

Le trocar-cannule possono variare nella lunghezza e nel diametro; la scelta si basa sulla strumentazione che si deve utilizzare, poiché le cannule devono permettere la corretta entrata dello strumento, ed anche sul paziente e sulla sede d'utilizzo.

I trocar possono presentarsi di forma piramidale a punta acuminata, che presenta una maggiore facilità d'ingresso con maggiore traumaticità sui tessuti, di forma conica a punta acuminata, meno traumatici che richiedono però una maggiore pressione per penetrare la parete muscolare, e di forma conica a punta smussa, totalmente atraumatici che richiedono un accesso chirurgico per essere inseriti in cavità.

Le cannule possono essere a superficie liscia o filettata a spirale, in materiale plastico duro o morbido, in acciaio (Figura 3.2). A seconda del tipo di cannula utilizzata la tecnica di introduzione dello strumento in cavità potrà essere differente.

A ciascuna cannula può esser aggiunta una valvola a senso unico che permette l'ingresso dello strumento nella stessa e si chiude al momento di cui questo viene estratto. La sua funzione è quella di non permettere il passaggio di aria dall'interno all'esterno e mantenere una determinata pressione creata con insufflazione di gas all'interno della cavità. In toracosopia questi strumenti non vengono utilizzati, a meno che non si decida di insufflare gas nel cavo pleurico, mentre sono comunemente utilizzate in interventi laparoscopici.

Le cannule più indicate per gli interventi di toracosopia sono filettate in materiale plastico soffice e pieghevole con trocar a punta smussa atraumatica, per ridurre il rischio di lesioni agli organi nell'ingresso in cavità (Figura 3.3). La filettatura permette un inserimento del trocar in cavità più agevole ed un saldo mantenimento della posizione che permette di collocarlo in modo che protruda poco nella cavità toracica. Questo accorgimento agevola il chirurgo nelle operazioni soprattutto quando lo spazio di lavoro è ristretto (Moore & Ragni, 2012). Inoltre il fatto che siano morbidi determina minore compressione sui tessuti molli circostanti, che riduce il dolore postoperatorio dovuto alla compressione della cannula rigida sulle strutture

nervose durante l'esecuzione della tecnica. Possono, all'occorrenza, anche essere suture in sito per impedire una dislocazione accidentale durante l'estrazione o l'introduzione degli strumenti (Lhermette & Sobel, 2008). In mancanza di queste possono, comunque essere utilizzate le trocar-cannule classiche in acciaio, anche se è sconsigliato l'uso di trocar a punta acuminata per l'eccessivo rischio di lesioni al parenchima polmonare durante l'ingresso in cavità.



Figura 3.2: *cannula liscia in acciaio da 5 mm e valvola a senso unico*



Figura 3.3: *cannule filettate in acciaio ed in plastica morbida con trocar smusso, ideali per la torascopia*

❖ **Gli strumenti endoscopici di base**

Gli strumenti utilizzati durante gli interventi di torascopia possono essere vari ma presentano in comune la classica forma allungata per poter essere inseriti all'interno dei trocar e quindi in cavità toracica. Sono quasi tutti composti da un manipolo, un'asta e da un apice che costituisce il vero e proprio strumento.

Il manipolo è la parte che rimane fuori dal paziente e che viene impugnata dal chirurgo per controllare lo strumento. Può avere una forma a “pistola” con due anelli o una forma ad “y” con due branche rettilinee. Inoltre può essere dotato di chiusura autostatica o meno e talvolta avere la possibilità di essere connesso ad elettrocoagulatori per indurre emostasi.

L'asta può essere di lunghezza variabile a seconda delle necessità. Di solito gli strumenti progettati appositamente per la toracosopia sono lunghi 20 cm, ovvero più corti di quelli da laparoscopia che solitamente sono 30 cm, per facilitarne l'utilizzo in uno spazio di lavoro più stretto. In mancanza dei primi, possono essere utilizzati senza problemi anche gli strumenti da laparoscopia. Il diametro è di poco inferiore a quello della cannula in modo da potersi inserire perfettamente al suo interno. Nella maggior parte degli strumenti l'asta è ruotabile sul suo asse maggiore di 360° in modo da poter indirizzare come si desidera l'apice dello strumento.

L'apice è la parte che contraddistingue lo strumento. Essa risulta spesso simile a quella del corrispettivo strumento da chirurgia open e ne permette, il più delle volte, la classificazione.

Le pinze da presa presentano all'apice due ganasce, caratterizzate da una notevole variabilità per forma e dimensione. Sono utilizzate di solito per afferrare i tessuti e tenerli in tensione. Possono presentare dei denti per una presa più sicura ma anche più traumatica o di zigrinature a disegno vario per una presa meno traumatica. Le branche possono avere una direzione rettilinea o meno e può essere mobile una sola branca delle due o entrambe. Le più utilizzate sono le pinze da presa di *Babcock*, di *Annvil* e di *Dunvall* (Lavini et al., 2008).

Le pinze da biopsia ci consentono di eseguire piccoli prelievi di tessuto su cui poter eseguire successivamente un esame istologico. Il morso è costituito da due branche contrapposte a forma di scodella, provviste o meno di dentellatura, per raccogliere il materiale prelevato.

I palpatori sono dei bastoncini a punta smussa allungati, caratterizzati da una ridotta traumaticità e sono utilizzati proprio per determinare la consistenza dei tessuti, sondando la loro superficie come si farebbe con le dita. Talvolta sono marcati ad intervalli di un centimetro per poter valutare anche le dimensioni di organi o lesioni che possono risultare non veritiere se ingrandiamo l'immagine.

Le pinze da dissezione vengono utilizzate per la separazione dei piani tissutali. Possono presentare branche rette o curve ed avere la possibilità di essere collegate ad un uno strumento per elettrocoagulazione in modo da poter effettuare emostasi contemporaneamente alle manovre di dissezione. Le pinze più utilizzate sono le pinze di *Kelly* e pinze ad *angolo retto* (Lavini et al., 2008).

Le forbici possono essere classificate in modo simile agli strumenti da chirurgia open. Possono presentare branche curve o rette, acute o smusse, fini o robuste, una

sola o entrambe le branche mobili. Possono anch'esse essere elettrificabili in modo da poter sia tagliare che coagulare il tessuto. Le più utilizzate sono le forbici di *Metzembaum*, data la necessità di essere molto delicati durante le pratiche chirurgiche di tipo toracoscopico.

Il porta aghi presenta anch'esso l'apice simile al corrispettivo strumento classico, in modo da serrare l'ago tra le due branche per favorire la trafissione dei tessuti senza che questo possa ruotare o scivolare. L'impugnatura solitamente si presenta diversa dai precedenti strumenti, con forma ad "y" composta da due leve contrapposte con o senza un meccanismo di bloccaggio. Questo strumento permette al chirurgo di effettuare suture direttamente all'interno della cavità toracica dette *suture intracorporee*.

Il serranodi è uno strumento utilizzato per stringere i nodi eseguiti all'esterno del torace ovvero per *suture extracorporee*. Lo strumento è rappresentato da uno stelo metallico con, all'apice, un anello attraverso il quale viene fatto passare il filo da sutura, che viene poi messo in tensione da entrambi i capi stringendo il nodo attraverso la porta toracoscopica.

I retrattori sono strumenti che servono per spostare in modo atraumatico organi che disturbano l'esecuzione della tecnica ed ottenere una migliore visione del campo operatorio endoscopico. Possono essere *a ventaglio* o *a curva retraibile*.

Gli applicatori di clip sono strumenti che permettono di applicare clip metalliche in titanio per la chiusura di vasi in alternativa all'esecuzione di un nodo. Presentano generalmente un'impugnatura a pistola con un grilletto che se premuto determina la chiusura della clip, che avviene per l'avvicinamento delle due ganasce presenti all'apice dello strumento. Taluni strumenti presentano una carica di clip già inserite all'interno dell'asta dello strumento, in modo da non doverlo tirare al di fuori della cavità per caricarlo.

Le suturatrici meccaniche sono strumenti che servono per effettuare due suture automatiche in un tessuto per isolarne una parte e rimuoverla senza avere sanguinamento. Sono costituite all'apice da due ganasce in cui si colloca una carica contenente i punti. Alla chiusura delle ganasce sul tessuto verranno applicate due triple file di punti metallici e in mezzo a queste passerà una lama di bisturi, ottenendo un effetto "taglia e cuci" e separando la parte che ci interessa. La carica può essere di varia lunghezza, da 30 a 60 mm, con un numero di punti variabile e con altezza diversa. In chirurgia toracoscopica questo strumento viene spesso utilizzato per

l'esecuzione di lobectomie poiché risulta molto efficace e rapido, anche se molto costoso.

I sistemi di estrazione sono degli strumenti che vengono utilizzati per estrarre masse neoplastiche o presunte tali ed evitare lo spargimento di cellule neoplastiche in cavità toracica e, soprattutto, sulla parete toracica durante l'estrazione. Presenta un'asta di plastica all'interna della quale è presente il sacchetto che viene liberato dopo l'introduzione dello strumento in cavità. Il sacchetto è sostenuto da un supporto di metallo flessibile che ne circonda l'apertura per facilitare l'introduzione della porzione di tessuto. Il supporto è collegato ad un anello esterno la cui trazione determina la chiusura del sacchetto, permettendo l'estrazione della massa.



Figura 3.4: strumenti endoscopici di base; dal basso verso l'alto e da destra a sinistra: porta aghi, pinza da biopsia, forbici, pinza da presa dentellata, pinza da presa atraumatica, pinza elettrobisturi bipolare

❖ Sistema di irrigazione ed aspirazione

Si tratta di dispositivi utilizzati per aspirare i fumi, i liquidi e i coaguli di sangue presenti nella cavità addominale, consentendo anche un'azione di lavaggio attraverso l'infusione di soluzione fisiologica. Lo strumento irrigatore/aspiratore è provvisto di un'unica cannula metallica, di lunghezza variabile, raccordata ad un'impugnatura. Sul manico sono presenti due leve o pulsanti, una per la funzione aspirante e l'altra per la funzione irrigante. L'impugnatura è provvista nella parte inferiore di due terminali a cui si raccordano i tubi di aspirazione e di irrigazione (Ruggiero et al., 2008).

❖ Strumenti di coagulazione endoscopica

Esistono vari tipi di strumenti che determinano coagulazione ed emostasi mediante diversi meccanismi.

L'elettrochirurgia è spesso utilizzata in corso di interventi di chirurgia endoscopica in generale. Il funzionamento dell'elettrobisturi, sia bipolare che monopolare, è identico a quello descritto per la chirurgia classica nel capitolo *Strumenti di base*. Lo strumento, in questo caso, presenta le caratteristiche degli strumenti endoscopici, ossia il manipolo e l'asta, mentre l'apice è analogo allo strumento classico.

L'*elettrochirurgia monopolare* presenta sì il vantaggio, rispetto alla bipolare, di poter coagulare ed allo stesso tempo tagliare, riducendo i tempi morti dovuti all'estrazione ed al reinserimento degli strumenti nelle cannule, ma comporta notevoli rischi nel suo utilizzo, soprattutto in toracosopia. Infatti il rischio di lesioni accidentali ai tessuti è molto più alto rispetto all'*elettrobisturi bipolare* o al *bisturi ad ultrasuoni* e si deve evitare di utilizzarli assolutamente in prossimità del cuore.

L'*elettrochirurgia bipolare* risulta più adatta alla chirurgia toracoscopica poiché fornisce una cauterizzazione più controllata solamente del tessuto compreso tra le branche della pinza. Lo svantaggio di questo strumento è quello di coagulare solamente e non tagliare. È necessario quindi ogni volta togliere lo strumento dal trocar ed inserire le forbici per poter tagliare, allungando i tempi della chirurgia. Vi sono però degli strumenti che presentano il bisturi integrato e che permettono, quindi, di coagulare e tagliare con il medesimo strumento.

L'ultrasuonochirurgia è una tecnologia molto più all'avanguardia rispetto alla precedente e la sta piano piano sostituendo, soprattutto in chirurgia endoscopica. Questo strumento utilizza l'azione degli ultrasuoni invece dell'azione del calore, riducendo le problematiche legate agli strumenti precedenti. Inoltre può essere utilizzato per coagulare, per tagliare e per eseguire dissezioni sempre con lo stesso strumento riducendo molto le tempistiche operatorie e facilitando la tecnica chirurgica.

Le onde ultrasoniche sono prodotte da un cristallo piezoelettrico che, ricevendo corrente elettrica, agisce da trasduttore. Le onde percorrono l'asta dello strumento arrivando alla punta dello strumento e producendo vibrazioni.

La coagulazione del tessuto avviene grazie all'energia meccanica che trasferendosi dalla lama al tessuto va a determinare un effetto di denaturazione proteica e la formazione di un coagulo proteico in grado di saldare i vasi sanguigni precedentemente compressi. La profondità di penetrazione degli effetti della coagulazione è correlata al settaggio del generatore, alla pressione applicata al tessuto e al tempo di applicazione.

L'effetto di taglio invece si ottiene aumentando il settaggio del generatore, la tensione del tessuto e la pressione esercitata su questo dalle branche dello strumento. Lo strumento presenta una delle due branche composta da una parte piatta ed una affilata. Il chirurgo può tagliare il tessuto con la superficie piatta della lama o con la porzione affilata, con la quale si ottiene un taglio più rapido e un minor effetto coagulante.

L'effetto di dissezione consegue alla rapida vibrazione della lama nel tessuto che causa lisi cellulare. L'acqua intracellulare vaporizza alla temperatura corporea aumentando di volume e causando così la frammentazione cavitazionale delle cellule. Questo effetto cavitazionale è caratterizzato dalla separazione dei diversi piani tissutali nella direzione di avanzamento della lama ed è un efficace metodo di dissezione (Freeman, 1999).

❖ **Strumenti da chirurgia classica**

Anche per gli interventi toracoscopici si rendono necessari anche strumenti da chirurgia classica per il drappeggio, il posizionamento delle trocar-cannule e la sutura delle brecce:

- pinze di *Backhaus*;
- teli per il drappeggio;
- manico e lama di bisturi di dimensioni opportune;
- forbici da dissezione;
- forbici a punta acuta-smussa;
- pinze tissutali chirurgiche ed anatomiche;
- pinze emostatiche;
- porta-ago e filo da sutura.

Inoltre possono servire nel caso si eseguano chirurgie toraco-assistite, ovvero con una tecnica mista tra chirurgia endoscopica e tradizionale. In questo caso la lesione viene reperita mediante l'ottica e tramite un secondo accesso viene esteriorizzata per essere asportata con una chirurgia classica. Questo tipo di tecnica trova uso in particolare in lesioni polmonari, essendo queste esteriorizzabili.

È sempre buona norma, comunque, tenere a disposizione una trousse completa da toracotomia nel caso il tipo di lesione riscontrata o complicazioni intraoperatorie obblighino il chirurgo a convertire la toracosopia in un intervento di chirurgia tradizionale.

3.3 Anestesia in corso di toracosopia

Il protocollo anestesiológico che può essere utilizzato per la premedicazione, l'induzione ed il mantenimento in un intervento di toracosopia è molto simile a quello eseguito con tecnica open, per cui si rimanda al paragrafo *Anestesia in corso di toracotomia*. Anche per quanto riguarda la terapia analgesica preventiva le metodiche utilizzate sono le stesse enunciate nel paragrafo *Terapia analgesica preventiva e intraoperatoria*, con maggiore frequenza di utilizzo dei blocchi locoregionali e dell'instillazione intrapleurica di anestetico locale.

In questo capitolo verranno trattate le differenze che vi sono nell'approccio ad un'anestesia in corso di toracosopia rispetto ad una in corso di toracotomia.

La principale differenza innanzitutto risiede nel fatto che la parete toracica rimane chiusa rispetto all'altra e questo crea la necessità di adottare degli accorgimenti per poter creare uno spazio necessario per poter eseguire la chirurgia, essendo lo spazio pleurico virtuale. In letteratura sono riportate diverse tecniche a seconda degli strumenti a disposizione e del tipo di intervento che si deve eseguire.

Le procedure chirurgiche più semplici possono essere completate solamente con lo pneumotorace che si crea con il posizionamento della prima trocar-cannula all'interno della cavità toracica che permette l'entrata dell'aria all'interno; abbiamo quindi il collasso del polmone ed il passaggio da uno spazio reale ad uno virtuale. In tal caso lo spazio, però, non è molto ed il polmone si muove in seguito alla ventilazione meccanica, quindi è preferibile aggiustare la ventilazione in modo da ridurre l'espansione del polmone per brevi periodi. Riducendo il volume tidale e aumentando la frequenza respiratoria (Lansdowne et al., 2012) si può riuscire a trovare un equilibrio che permetta una corretta saturazione del sangue ed una ridotta mobilità del polmone, e che permetta al chirurgo di poter lavorare. Questa procedura di solito determina una riduzione della pressione parziale di ossigeno (PaO_2) ed un aumento della pressione parziale di anidride carbonica (PaCO_2) a dei livelli che nella maggior parte dei casi non sono clinicamente significativi (Moore & Ragni, 2012). Secondo uno studio effettuato da Kudnig *et al.* nel 2004, questa condizione determina alterazioni anche minori rispetto a quelli presenti durante una toracotomia intercostale. Infatti mentre durante una toracosopia con ventilazione classica si ha una diminuzione della PaO_2 senza un calo della saturazione dell'emoglobina, nella

toracotomia alla diminuzione della PaO_2 segue anche una diminuzione significativa della saturazione (Kudnig et al., 2004). Un attento monitoraggio può essere sufficiente a rilevare possibili alterazioni in modo da aggiustare la ventilazione del paziente (Lhermette & Sobel, 2008).

Per procedure più complesse e che richiedono una visualizzazione migliore delle strutture più vicine al mediastino, come l'ilo polmonare o i grossi vasi, si può adottare la ventilazione monopolmonare (One Lung Ventilation: OLV) che provoca il collasso del polmone dal lato in cui si deve effettuare l'intervento chirurgico in modo da aumentare lo spazio di lavoro, poter migliorare la visualizzazione delle strutture e non avere l'intralcio del movimento del polmone durante le procedure minimizzando anche il rischio di traumatismo dei tessuti (Lansdowne et al., 2012).

Questa tecnica si può eseguire mediante l'utilizzo di tracheotubi a doppio lume, ossia con due vie indipendenti, detti di *Robertshaw* (Figura 3.5). Una di queste vie è più lunga dell'altra ed è progettata per terminare in un bronco, mentre l'altra rimane in trachea; entrambe le vie presentano delle cuffie per isolare il polmone destro dal sinistro e sono disponibili sia per l'intubazione del bronco di destra sia per quello di sinistra. Per posizionarlo in modo corretto, normalmente è necessario ricorrere all'utilizzo di una tracheoscopia. Essendo progettato per l'utilizzo in medicina umana, il loro posizionamento nel cane non è sempre facile, poiché il rapporto tra diametro e lunghezza a volte non è adeguato alle dimensioni (estremamente variabili) della lunghezza del collo del paziente canino e quindi del tratto di trachea cervicale (Bufalari & Lachin, 2012). A causa di queste differenze anatomiche solitamente si tende ad utilizzare il tubo in versione sinistra (Seymour & Gleed, 2003).

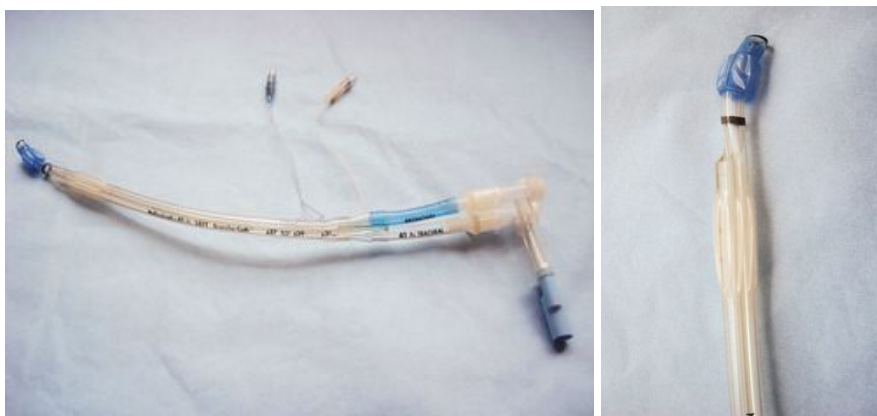


Figura 3.5: tubo endotracheale a doppio lume o di Robertshaw

Esistono anche dei tracheotubi più lunghi che possono arrivare fino al bronco principale desiderato. Come gli altri, è necessario utilizzare una metodica endoscopica per il posizionamento, poiché non esistono mezzi per posizionarlo correttamente alla cieca.

È possibile anche ottenere una ventilazione monopolmonare escludendo il polmone desiderato mediante un bloccante bronchiale. Per questo scopo esiste un apposito tracheotubo, detto *Univent*, formato da un normale tubo endotracheale che presenta un canale di servizio in cui scorre un catetere con terminale cuffiato. Sempre sotto visione endoscopica, il catetere viene fatto scorrere fino ad entrare nel bronco desiderato e la cuffia viene gonfiata in modo da escluderlo dalla ventilazione (Bufalari & Lachin, 2012).

In caso non si possieda questo tipo di tracheotubi è possibile utilizzare la metodica sopracitata anche con l'utilizzo di un catetere di foley della lunghezza e delle dimensioni adeguate.

Una problematica degli strumenti sopracitati può essere il rischio di dislocazione durante le procedure di spostamento del paziente, che può portare a non escludere il polmone desiderato o, peggio ad escludere le intere vie aeree (vedi paragrafo *Complicazioni in corso di toracosopia*). Può essere consigliabile posizionarli non in sala di induzione come di consueto, ma direttamente sul lettino operatorio per limitare gli spostamenti del paziente e ridurre al minimo il rischio di dislocazione (Mayhew, 2011).

In corso di ventilazione monopolmonare si crea uno shunt in cui il sangue non ossigenato proveniente dal cuore, passando dal polmone collassato non si ossigena e si va poi a mescolare con sangue ossigenato proveniente dal polmone ventilato. Inoltre si ha un elevato rapporto ventilazione/perfusione nel polmone ventilato poiché, avendo un elevato spazio morto, in quest'ultimo si ha una ventilazione in eccesso rispetto a quella normalmente richiesta. Ciò determina una inefficiente eliminazione della CO₂ a livello polmonare (Kunig et al., 2003). In conseguenza a quanto appena detto, la quantità di CO₂ nel sangue arterioso (PaCO₂) aumenta, ma non in modo eccessivo perché la sua curva di dissociazione è lineare e gli alveoli funzionanti del polmone controlaterale riescono a compensare. Al contrario non riescono a compensare per quanto riguarda lo scambio di O₂ perché la curva di dissociazione dell'emoglobina presenta un plateau finale, quindi arrivati ai valori del plateau si può creare una situazione di ipossiemia. Questa viene però contrastata

fisiologicamente da diversi fattori che intervengono diminuendo la perfusione del polmone collassato e riducendo quindi lo shunt; questi sono il metodo di ventilazione, le interferenze chirurgiche, le alterazioni relative all'anestesia, la vasocostrizione polmonare ipossica e le malattie polmonari. Tra questi l'effetto maggiore è determinato dalla vasocostrizione ipossica attiva. Essa provoca aumento delle resistenze periferiche del polmone collassato, deviando di fatto la maggior parte del flusso ematico verso il polmone normossico e aumentando la saturazione di O₂. Sperimentalmente è stato dimostrato che la risposta vasocostrittiva maggiore si ha per aree polmonari ipossiche comprese tra il 30% e il 70%, che è il range di polmone ipossico durante la ventilazione monopolmonare, e che la quota di shunt del polmone non ventilato è del 20-30% invece che del 40-50% come succede in assenza del fenomeno della vasocostrizione ipossica (Bufalari & Lachin, 2012). Questo comporta che la diminuzione della saturazione di ossigeno del sangue diminuisce in quantità ridotta, non determinando spesso grosse complicazioni in soggetti sani dal punto di vista polmonare (Mayhew, 2013).

In uno studio effettuato da Kudnig *et al.* è stato visto che la ventilazione monopolmonare determina sì alterazioni a livello emodinamico, con un aumento della pressione arteriosa polmonare media e della frazione di shunt ed una riduzione degli scambi gassosi, considerati, però, non clinicamente importanti. Gli autori concludono, quindi, che questo tipo di ventilazione può essere utilizzato in modo sicuro i soggetti sani, non determinando alterazioni dell'apporto di ossigeno (Kudnig et al., 2003).

È stato visto, infatti, che tra soggetti sani con parete toracica intatta ventilati normalmente e con OLV vi sono differenze non significative in vari parametri cardio-respiratori analizzati come la PaO₂, la PaCO₂, la frequenza cardiaca, la frazione di shunt e l'indice cardiaco. L'OLV è indicata quindi come una tecnica che può essere eseguita sotto attento monitoraggio e preferibilmente con frazioni di ossigeno inspirato più alte possibili, in modo da poter contrastare agevolmente il presentarsi di possibili stati di ipercapnia (Cantwell et al., 2000).

Al contrario, invece, in soggetti con una patologia cardio-respiratoria in corso possono tollerare in modo peggiore questa tecnica, avendo un rischio più elevato di incorrere in stati di ipossia duraturi.

La gestione di questo tipo di ventilazione deve essere, quindi, molto attenta poiché si possono sempre verificare dei fenomeni di desaturazione. Il volume corrente

consigliato è leggermente minore del volume tidale poiché un'eccessiva distensione degli alveoli può determinare ridotta perfusione del polmone ossigenato, mentre la frequenza applicata è solitamente più alta proprio perché il volume somministrato è ridotto.

Può essere utile applicare la PEEP (Positive End-Expiratory Pressure) al polmone dipendente, ovvero quello verso il decubito, per impedire che collassi a causa della forza di gravità, del peso del cuore o delle manipolazioni chirurgiche (Seymour & Gleed, 2003). Talvolta questa procedura può comportare problemi perché l'alveolo costantemente aperto provoca aumento delle resistenze polmonari e spostamento del flusso ematico verso il polmone collassato, incrementando la quota di shunt e il pericolo di ipossiemia. Alcuni autori consigliano di applicare la PEEP solo nel caso, durante l'anestesia, si verificano problemi di bassa saturazione d'ossigeno nel sangue.

L'approccio più indicato sarebbe l'applicazione contemporanea della CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) nel polmone non dipendente. Questa può essere utilizzata solo se si ricorre all'utilizzo di un tracheotubo di Robertshaw poiché è necessario avere due vie separate nel tubo, una per il polmone dipendente ed una per il non dipendente. Viene applicata prima di permetterne il collasso in modo da mantenere una piccolissima quantità d'aria negli alveoli. La pressione presente aiuta a spingere il flusso di sangue nel polmone dipendente, riducendo lo shunt e inoltre il polmone non dipendente partecipa, anche se in minima parte agli scambi gassosi. Il volume di quest'ultimo, con applicazione di una CPAP di 5-10 mmHg, aumenta solo di poco e permette solitamente tutte le manovre chirurgiche possibili a polmone collassato (Bufalari & Lachin, 2012).

Un'altra modalità per creare uno spazio sufficiente per poter eseguire le procedure chirurgiche è quella di insufflare gas all'interno del torace. Il gas utilizzato è di solito la CO₂, come accade normalmente per l'addome, e devono obbligatoriamente essere utilizzati dei trocar con valvola per impedire la fuoriuscita del gas.

I vantaggi evidenziati sono più dal punto di vista pratico, poiché, rispetto alla ventilazione monopolmonare, non è necessaria la tracheo-broncosopia per valutare il corretto posizionamento del tracheotubo, può essere effettuata anche in soggetti con patologie polmonari che potrebbero non sopportare la tecnica precedente e non ha restrizioni di taglia. Questa metodica non viene spesso utilizzata, però, perché il torace, a differenza dell'addome, non è dilatabile e quindi tutta la pressione che si

immette va a comprimere i visceri determinando delle problematiche soprattutto sul funzionamento cardiaco e sulla circolazione ematica.

In uno studio effettuato nel 2002 proprio sugli effetti cardiopolmonari dell'insufflazione continua di CO₂ in torace a varie pressioni crescenti, è stato evidenziato che tali alterazioni sono sempre presenti, ma significative a pressioni varie. In particolare la gittata cardiaca e la pressione arteriosa sistolica e diastolica diminuiscono significativamente già a 3 mmHg, la frequenza cardiaca cala significativamente intorno a 5-6 mmHg, la pressione venosa centrale aumenta significativamente a 6 mmHg e la saturazione di ossigeno diminuisce significativamente solo a 10 mmHg. La conclusione che portano gli autori è che non può essere definito un livello massimo di sicurezza per la pressione intratoracica poiché già a pressioni basse abbiamo delle alterazioni sulla funzionalità cardiaca; tuttavia una pressione bassa può essere mantenuta per poco tempo sotto attento monitoraggio anestesilogico. Inoltre l'autore afferma che le evidenze normalmente utilizzate per monitorare l'animale, come frequenza cardiaca e pressione arteriosa, possono non essere attendibili per la valutazione della condizione cardiovascolare del paziente, e che è necessario utilizzare anche la saturazione di ossigeno ed analisi emogasanalitiche seriali per averne una valutazione più attendibile (Daly et al., 2002).

Molti autori, sia in libri di testo che in articoli, tendono però a sconsigliare l'utilizzo dell'insufflazione, a meno che non strettamente necessaria per l'esecuzione di una particolare procedura, poiché le alterazioni cardiovascolari sono presenti e significative, come visto in precedenza, anche a basse pressioni e lo spazio di lavoro che si ottiene non è maggiore di quello ottenuto con la tecnica precedente.

3.4 Monitoraggio

L'esecuzione di un attento monitoraggio anestesilogico durante un intervento di toracosopia è fondamentale per rilevare qualsiasi problematica in particolare a livello respiratorio. Come già spiegato nel paragrafo precedente, particolare attenzione è necessaria se si utilizza l'OLV e ancora di più se si insuffla CO₂ nello spazio pleurico. I parametri che vengono utilizzati di base per gli interventi toracici,

elencati nel paragrafo *Monitoraggio* del capitolo *La Toracotomia*, sono tutti utili per valutare lo stato anestesilogico del paziente anche in corso di toracoscopie.

I parametri più utili per avere un'idea della funzione respiratoria del paziente anestetizzato sono la saturazione del sangue (SpO_2), i valori dei gas a livello arterioso ovvero PaO_2 e $PaCO_2$, la frazione di ossigeno inspirata (FiO_2) ed il rapporto PaO_2 / FiO_2 , l'anidride carbonica a fine espirazione ($ETCO_2$). Tutti questi valori devono essere tenuti sotto stretta osservazione in modo da poter rilevare possibili alterazioni dell'ossigenazione del sangue, capirne la causa e ripristinare i corretti scambi respiratori.

3.5 Sala operatoria e preparazione del paziente

La sala operatoria necessaria per eseguire un intervento di toracosopia prevede tutti gli accorgimenti richiesti per un intervento in chirurgia classica, già descritti nel paragrafo *Sala operatoria e preparazione del paziente* del capitolo *La Toracotomia*, a cui si aggiungono alcune indicazioni specifiche. Il monitor deve essere posizionato in modo che il chirurgo possa agevolmente guardarlo mentre muove gli strumenti endoscopici all'interno dell'animale. Come già accennato, sono preferibili monitor a schermo piatto rispetto a quelli a tubo catodico, perché possono essere montati su bracci mobili che permettono di spostarli e posizionarli nel modo più consono a seconda dell'intervento e di dove si posiziona il chirurgo. Di solito si preferisce posizionare il monitor davanti a dove si posiziona il chirurgo allineato con la direzione dell'ottica, ottenendo un allineamento *operatore-ottica-campo operatorio-monitor* che permette di visualizzare le immagini nel modo migliore e di utilizzare gli strumenti nel modo più naturale.

La colonna endoscopica, su cui sono posizionati gli strumenti elencati nel capitolo precedente, viene generalmente posta ai piedi del paziente o comunque vicino al chirurgo, in modo che i cavi della fonte di luce, della videocamera e, se necessario, dell'insufflatore, possano arrivare comodamente al campo operatorio. Ovviamente se il monitor è poggiato anch'esso sulla colonna endoscopica, verrà posizionata in modo che il chirurgo possa agevolmente guardare le immagini ed utilizzare gli strumenti.

Il tavolo operatorio deve obbligatoriamente avere la possibilità sia di inclinarsi lateralmente che di abbassare o alzare la testa dell'animale; quest'ultime sono dette rispettivamente posizione di Trendelenburg e di anti-Trendelenburg. Durante le operazioni chirurgiche è spesso necessario inclinare il paziente in modo da spostare i visceri e poter visualizzare meglio la porzione che ci interessa. Il contemporaneo movimento coordinato del laparoscopia collegato alla telecamera ed il basculamento del corpo del paziente, sono fondamentali per la visualizzazione corretta dell'area chirurgica, necessaria per poter eseguire interventi mini-invasivi.

Inoltre è fondamentale la presenza di numerose prese elettriche e di un impianto che abbia la capacità di sostenere l'energia elettrica richiesta dalle numerose strumentazioni senza determinare sovraccarichi.

La procedura per la preparazione del paziente è sovrapponibile a quella adottata nella toracotomia tradizionale. Si tende a preferire una tricotomia ampia con una disinfezione del campo ed un drappeggio allo steso modo ampio, nell'eventualità che si debba convertire l'intervento alla chirurgia classica per il presentarsi di complicazioni intraoperatorie.

Il paziente può essere posizionato in decubito laterale, dorsale o sternale a seconda della procedura che si deve eseguire. In decubito laterale la tricotomia necessaria è spesso lievemente più ampia di quella necessaria per una toracotomia intercostale e si estende a tutto l'emitorace interessato, tenendo conto ovviamente anche della necessità del posizionamento di un drenaggio toracico a fine intervento. Per l'approccio in decubito dorsale, il paziente deve essere rasato da cinque centimetri caudalmente al processo xifoideo fino all'entrata del petto e lateralmente nei due terzi ventrali del costato, tenendo conto, anche in questo caso, della necessità di posizionare un drenaggio toracico. Nell'approccio in posizione sternale l'animale viene posizionato solitamente non proprio sullo sterno ma in obliquo e l'accesso è laterale; la tricotomia deve comprendere quindi tutto l'emitorace dove verranno posizionati i trocar. Questo approccio non viene utilizzato di frequente e nel caso si debba andare ad intervenire su delle strutture posizionate nella regione dorsale del torace.

In ogni caso, si deve sempre tenere in considerazione la possibilità di dover muovere il paziente o cambiare posizione durante l'intervento, se non si riesce a visualizzare bene l'area chirurgica. Inoltre è sempre bene legare il paziente in modo saldo al tavolo, nel caso sia necessario inclinarlo.

3.6 Tecnica chirurgica

❖ Tecniche di induzione dello pneumotorace

L'induzione dello pneumotorace è fondamentale per l'esecuzione di ogni procedura chirurgica in toracosopia. Le metodiche di induzione possono essere varie a seconda delle necessità del chirurgo, della strumentazione posseduta e dell'esperienza personale.

Con trocar a punta smussa: si incide la cute ed il sottocute nel punto prestabilito per il portale fino al raggiungimento del piano muscolare. Dopodiché si inserisce una trocar-cannula a punta smussa attraverso i muscoli intercostali, esercitandovi una certa pressione per permettere la penetrazione della parete muscolare. Quindi si rimuove il trocar in modo da permettere il passaggio di aria all'interno dello spazio pleurico e determinare il collasso dei lobi polmonari; è importante utilizzare delle trocar-cannule senza valvola unidirezionale per far in modo che l'aria possa entrare.

Con minitoracotomia: si esegue una incisione della cute e dei piani muscolari fino ad arrivare alla pleura parietale, quindi si posiziona un trocar a punta smussa oppure una cannula filettata per provocare lo pneumotorace.

Con ago di Veress: è un particolare ago con mandrino retrattile a punta smussa (Figura 3.6) che presenta la caratteristica di ridurre i danni iatrogeni che l'ago stesso potrebbe provocare sugli organi interni quando viene inserito in cavità. Si effettua un'incisione cutanea di circa un millimetro e si fa penetrare attraverso gli strati muscolari fino alla cavità toracica. Quindi si apre il rubinetto di chiusura per permettere l'entrata di aria e provocare lo pneumotorace. Come tecnica viene solitamente poco utilizzata per il rischio di lesioni iatrogene agli organi e per la necessità di maggiore tempo per realizzare lo pneumotorace.

Con cannula Ternamian EndoTIP: è una cannula filettata e priva di trocar per laparoscopia a cui viene rimossa la valvola unidirezionale (Figura 3.6). Dopo aver eseguito una piccola incisione cutanea leggermente più grande della cannula, si introduce avvvitandola delicatamente per farla procedere attraverso i muscoli intercostali fino al cavo pleurico. Essendo in comunicazione con l'esterno, una volta recisa la pleura parietale l'aria entrerà in torace determinando il collasso dei lobi

polmonari. Il vantaggio di questa tecnica risiede nel fatto che è possibile vedere sempre dove siamo, introducendo l'ottica nella cannula mentre si entra in cavità. In questo modo è possibile sapere sempre a che profondità ci si trova, riuscendo a controllare meglio il movimento e riducendo il rischio di lesioni agli organi interni durante l'ingresso (Bottero & Ruggero, 2011).

Con insufflazione di anidride carbonica: è descritta anche la possibilità di insufflare CO₂ a bassa pressione (3-5 mmHg) nello spazio pleurico per aumentare lo spazio di lavoro. Molti autori, tuttavia, ne sconsigliano l'utilizzo perché lo spazio non aumenta di molto, ma determina alterazione della gittata cardiaca e della pressione arteriosa. Se si decide di utilizzarla, è fondamentale farlo per poco tempo e sotto attento controllo anestesiológico. Per una trattazione più approfondita si rimanda al paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*.

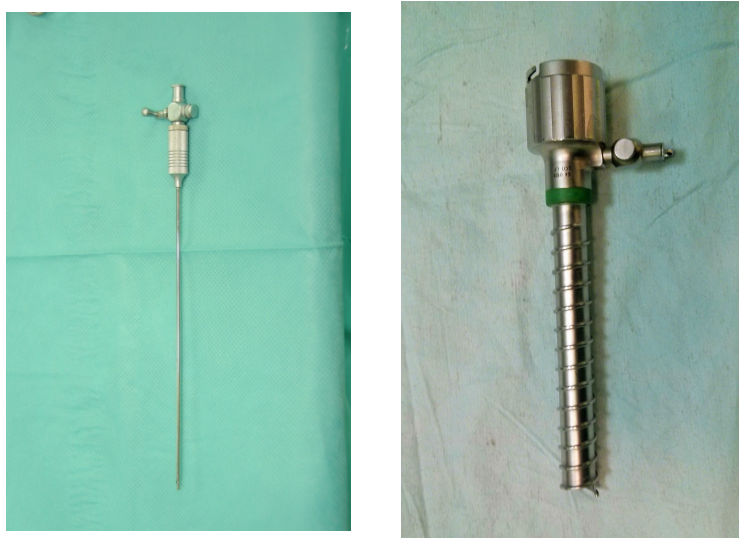


Figura 3.6: *a sinistra: un ago di Veress; a destra: cannula Ternamian EndoTIP*

❖ **Disposizione delle trocar-cannule**

La posizione in cui vengono introdotti i trocar cambia a seconda del tipo di procedura, del decubito scelto e della sede della lesione.

In linea generale, il trocar dove verrà inserita l'ottica è posizionato al centro, mentre i trocar in cui verranno introdotti gli strumenti sono inseriti uno alla destra ed uno alla sinistra dell'ottica. Questo si effettua per riprodurre più fedelmente possibile il

rapporto fisiologico tra gli occhi e le due mani del chirurgo. Inoltre, in questo modo, il chirurgo può assumere una postura corretta ed evitare un eccessivo stress con tensioni muscolari che possono portare ad eventuali errori durante l'esecuzione dell'intervento. Questi strumenti sono inseriti a debita distanza dalla lesione e dal campo operatorio in modo da non rischiare di creare dei danni iatrogeni ed averne una visione grandangolare, con uno spazio di lavoro idoneo (Moore & Ragni, 2012). L'ottica deve risultare il più possibile allineata con il chirurgo, il campo operatorio ed il monitor per facilitare l'utilizzo degli strumenti e la visualizzazione dell'immagine (Figura 3.7). Inoltre dovrebbe essere in una posizione tale da formare un angolo tra i 45° ed i 90° con il campo operatorio, in modo tale da avere la visione e l'illuminazione ideale (Bottero & Ruggero, 2011).

I trocar per gli strumenti sono posizionati seguendo il *principio della triangolazione*, secondo il quale tali trocar devono essere disposti ai vertici di un triangolo il cui apice è formato dal campo operatorio. Ciò permette di manovrare gli strumenti introdotti senza che interferiscano tra di loro. L'angolo che si forma tra le linee di intersezione dei due portali dovrebbe essere compreso tra i 30° ed i 90° per facilitarne il più possibile l'utilizzo (Bottero & Ruggero, 2011) (Figura 3.7).

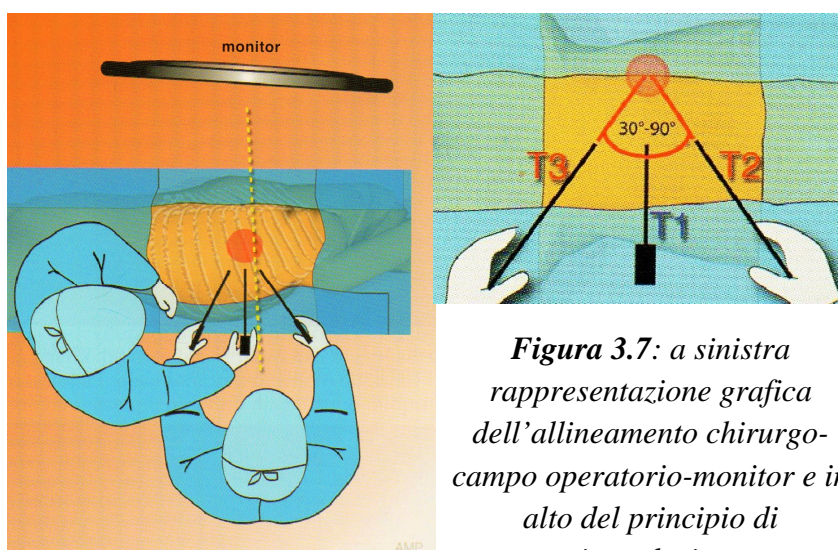


Figura 3.7: a sinistra rappresentazione grafica dell'allineamento chirurgo-campo operatorio-monitor e in alto del principio di triangolazione

Talvolta sono posizionate anche una o due trocar-cannule aggiuntive che sono utilizzate per introdurre strumenti accessori, come fili o garze, o lo strumento per il lavaggio e l'aspirazione. La sua posizione può variare a seconda della localizzazione del campo operatorio e delle preferenze del chirurgo.

Per la maggior parte degli interventi toracoscopici sono indicate delle posizioni ben precise per la disposizione delle trocar-cannule, ma talvolta il chirurgo può variarne la posizione a seconda delle sue necessità, seguendo le indicazioni descritte in precedenza.

Anche a seconda del decubito utilizzato per l'intervento la disposizione dei portali può variare.

In decubito laterale le trocar-cannule vengono inserite in vari spazi intercostali e più dorsalmente o ventralmente a seconda del tipo di intervento e della sede della lesione. L'inserimento del primo trocar è il più delicato perché il pneumotorace non è ancora presente e lo spazio pleurico è virtuale, quindi c'è un rischio maggiore di lesioni iatrogene agli organi interni. I successivi possono essere introdotti sotto diretta visione endoscopica, quindi in modo più sicuro e rapido. Possono essere inseriti con la sola pressione del trocar contro i muscoli intercostali, previa incisione della cute, con minitoracotomia o, se si utilizzano delle cannule filettate, mediante un movimento circolare in senso orario per farle avanzare attraverso i muscoli fino al cavo pleurico. Per reperire il punto di inserimento migliore, di solito si palpa dall'esterno dove si deve inserire il trocar osservando, con l'ottica, lo spostamento della pleura dall'interno. In questo modo possiamo essere più sicuri di non lesionare strutture vascolari non visibili dall'esterno.

In decubito dorsale la prima cannula viene inserita tra il processo xifoideo e l'arco costale, a destra o a sinistra a seconda dell'intervento e delle necessità. Questo accesso è detto *paraxifoideo transdiaframmatico* proprio perché con la cannula si va a perforare il diaframma per entrare in cavità toracica. Per la sua esecuzione è preferibile utilizzare una cannula filettata EndoTIP, in modo da tenere l'ottica nella cannula durante la perforazione dei tessuti e controllare l'esecuzione corretta dell'accesso. Si incide la cute e il sottocute lateralmente al processo xifoideo, tra questo e l'arco costale. Si preferisce inserire il portale nell'emitorace ipsilaterale all'ingresso cutaneo poiché risulta di più facile esecuzione. La cannula viene fatta avanzare cranialmente attraverso la parete muscolare, ruotandola in senso orario, e direzionandola leggermente dorsale per garantire l'entrata nello spazio pleurico. È

preferibile far avanzare la cannula sotto la guida endoscopica con ottica a 0° fino a che non si è penetrato il diaframma e la pleura diaframmatica. Quindi la cannula viene fatta penetrare di pochi centimetri in modo che rimanga ben fissata al muscolo diaframmatico grazie alla filettatura e per permettere il corretto inserimento dell'ottica o degli strumenti. Successivamente sono introdotti i portali per gli strumenti che sono inseriti negli spazi intercostali per compressione o con minitoracotomia a destra o a sinistra a seconda della tecnica da eseguire. Anche in questo caso la loro introduzione risulta più agevole in quanto può essere eseguita sotto visione endoscopica ed il punto migliore per l'introduzione può essere individuato, come già spiegato, palpando la parete dall'esterno. Se i portali sono posizionati uno a destra e l'altro a sinistra sarà necessario fenestrare il mediastino in modo da poter visualizzare anche il portale nell'emitorace controlaterale. Ciò può essere effettuato con forbici Metzembaum endoscopiche in un'area in cui non sono presenti vasi, o meglio mediante l'utilizzo di elettrobisturi o bisturi ad ultrasuoni per evitare il rischio di emorragia.

Il decubito sternale viene poco utilizzato per gli interventi di toracosopia e, come per il decubito laterale, prevede l'inserimento dei trocar negli spazi intercostali. Solitamente vi si ricorre quando è necessario visualizzare o intervenire su aree più dorsali del torace, come nella chirurgia del dotto toracico. La posizione d'introduzione dei portali varia, come del resto negli altri decubiti, a seconda della procedura da eseguire.

Una volta eseguita la procedura necessaria si procede alla rimozione delle cannule. Prima di rimuoverle definitivamente è consigliabile controllare in modo accurato l'area sottoposta all'intervento per escludere la presenza di emorragie residue o di complicazioni.

Inoltre è raccomandato il posizionamento di un drenaggio toracico per aspirare l'aria e i possibili fluidi che si possono accumulare nel cavo pleurico, che impediscono la corretta riespansione polmonare dopo l'intervento. Il suo ingresso viene eseguito attraverso un accesso dedicato e mai attraverso quello di un portale. Si preferisce posizionarlo prima di rimuovere i portali in modo da poterne effettuare l'introduzione sotto visione endoscopica e poterlo posizionare in modo corretto all'entrata del torace.

Per le incisioni di accesso delle cannule solitamente è sufficiente una sutura a doppio strato con punti staccati ravvicinati in modo da sigillare bene la cavità pleurica e non permettere il passaggio in sottocute di liquidi o aria.



Figura 3.7: esecuzione di una pericardiectomia toracoscopica in decubito laterale

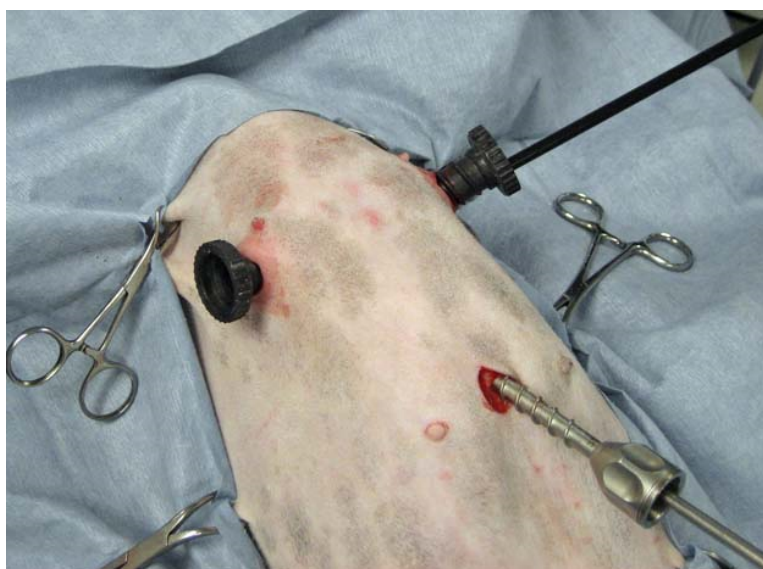


Figura 3.8: esempio di disposizione dei trocar in decubito dorsale con accesso transdiaphragmatico

❖ **La posizione dei portali operatori nei principali interventi toracoscopici**

Come accennato nel paragrafo precedente, per le procedure toracoscopiche più comuni sono indicate posizioni ben precise che risultano più efficaci e funzionali nell'esecuzione della tecnica. Ovviamente il chirurgo può decidere di variare queste disposizioni a seconda delle necessità e dell'esperienza personale, sempre seguendo i principi e le indicazioni elencate nel paragrafo precedente.

Nella pericardiectomia viene descritta la possibilità di eseguire l'intervento sia in decubito dorsale che in decubito laterale.

In decubito dorsale il trocar dell'ottica viene posizionato lateralmente al processo xifoideo, mentre i due trocar per gli strumenti possono essere posizionati in modo simmetrico, uno nell'emittoce destro ed uno nel sinistro. In vari libri di testo ed articoli sono indicate diverse posizioni possibili per questi due portali. In linea generale viene indicato di inserirli tra il IV ed il X spazio intercostale nel terzo ventrale (in prossimità dello sterno), sempre in modo simmetrico. Nella maggior parte di questi gli autori utilizzano il V o il VI spazio per la disposizione dei portali per gli strumenti (Lhermette & Sobel, 2008), (Monnet, 2009), (Mayhew et al., 2009), (Crumbaker et al., 2010), (Bottero & Ruggero, 2011), (Mayhew et al., 2013), (Atencia et al., 2013).

La scelta dello spazio è influenzata dalle preferenze personali del chirurgo e della dimensione e della conformazione del torace del paziente, diversa a seconda della razza.

Un'altra disposizione descritta prevede l'inserimento dei trocar per gli strumenti entrambi nell'emittoce di destra, uno nel VI spazio intercostale e l'altro nel X sempre nel terzo ventrale; in questo caso il trocar per l'ottica deve essere posizionato a destra del processo xifoideo. Con questa procedura il principio di triangolazione non è rispettato, ma si può evitare di sezionare il mediastino per eseguire l'intervento (Monnet, 2009).

Per il decubito laterale la letteratura identifica diverse configurazioni dei portali, tra le quali abbiamo: il posizionamento al IV, al VI ed all'VIII spazio intercostale, al III, IV e V spazio, al II, al V ed al IX spazio, oppure al IV, al VI ed al X spazio. Il trocar al centro è quello per l'ottica e deve essere posizionato nel terzo ventrale dello spazio intercostale, mentre gli altri due sono inseriti a metà dello spazio. Tra queste

configurazioni la prima elencata è quella che più di frequente si ritrova indicata (Lhermette & Sobel, 2008), (Monnet E, 2009), (Bottero & Ruggero, 2011), (Moore & Ragni, 2012).

Nella chiusura del dotto toracico il decubito utilizzato è quello sternale con l'animale leggermente obliquo in modo da esporre l'emitorace di destra. In vari articoli e libri di testo l'indicazione della posizione dei portali varia. Più di frequente vengono indicati il IX o il X spazio per l'introduzione del trocar per l'ottica, che deve essere inserito tra il terzo medio ed il terzo dorsale dello spazio, mentre i trocar per gli strumenti devono essere inseriti ai lati del precedente nell'VIII o IX spazio e nell'X o XI spazio, a seconda di dove si è posizionata l'ottica (Lhermette & Sobel, 2008), (Allman et al., 2010), (Bottero & Ruggero, 2011), (Moore & Ragni, 2012), (Mayhew et al., 2012). Monnet E., invece, indica di posizionare il portale per l'ottica all'VIII spazio ed i due per gli strumenti al IX ed al X spazio intercostale (Monnet, 2009). Viene indicata, in diversi articoli, anche la possibilità di posizionare i trocar più caudalmente a come indicato, se la conformazione e la dimensione del torace del paziente lo permettono.

Nella ricerca e rimozione dei corpi estranei l'approccio varia a seconda della precisione nella diagnosi e della loro sede. Se la diagnosi è precisa e sappiamo in che parte del polmone è localizzato il corpo estraneo può essere utilizzato un approccio in decubito laterale. Il posizionamento dei portali viene eseguito in modo da creare una corretta triangolazione con la sede di localizzazione del corpo estraneo. Inoltre, se sporge dal parenchima polmonare e si trova in una sede ben raggiungibile, può bastare il posizionamento di un portale per gli strumenti oltre a quello per l'ottica. Se non ne conosciamo esattamente la localizzazione è consigliato un approccio in decubito dorsale con accesso transdiaframmatico paraxifoideo, in modo da poter esplorare entrambi gli emitoraci (Bottero & Ruggero, 2011).

Nella lobectomia la disposizione dei portali varia a seconda se si deve eseguire una rimozione parziale di un lobo o la sua rimozione completa.

Per una lobectomia parziale viene indicata la possibilità di utilizzare un approccio paraxifoideo transdiaframmatico in decubito dorsale oppure un approccio in decubito laterale sinistro o destro. Come in precedenza, la scelta di un approccio rispetto

all'altro varia a seconda se siamo riusciti a conoscere la localizzazione della lesione o se si rende necessaria un'accurata esplorazione bilaterale della cavità toracica; inoltre, anche l'esperienza personale e la preferenza del chirurgo influiscono sulla scelta. Se si utilizza un approccio in decubito laterale, la disposizione dei portali varierà a seconda della sede della lesione rispettando sempre il principio di triangolazione. Nel caso si ricorra ad una tecnica toraco-assistita, di solito viene posizionato un solo portale per l'ottica distante dalla lesione, quindi si effettua una piccola toracotomia sopra la lesione per esteriorizzarla.

In caso di lobectomia completa viene utilizzato un decubito laterale o, talvolta sternale obliquo, ed i portali devono essere disposti nel terzo medio del V e VIII spazio intercostale e nel terzo ventrale del VII spazio, in caso sia necessario rimuovere un lobo craniale o medio; in caso di lobectomia del lobo caudale devono essere inseriti nel terzo dorsale del VII e del X spazio intercostale e nel terzo ventrale dell'VIII spazio. Come in tutte le altre tecniche il portale al centro è adibito all'ottica, mentre in quelli più laterali sono inseriti gli strumenti (Lansdowne et al., 2005), (Lhermette & Sobel, 2008), (Bottero & Ruggero, 2011). Se si ricorre ad una tecnica toraco-assistita, oltre al portale per l'ottica si effettua una piccola toracotomia in corrispondenza dell'ilo del lobo.

3.7 Trattamenti postoperatori

I trattamenti necessari in pazienti che hanno subito un intervento di toracosopia sono pressoché sovrapponibili a quelli che si eseguono in seguito ad una toracotomia, ovvero il controllo delle infezioni microbiche, la terapia analgesica e la gestione del drenaggio, se presente.

Anche in questo caso, può talvolta essere necessario somministrare ossigeno nell'immediato postoperatorio se il paziente presenta una ventilazione insufficiente, per non incorrere in stati di ipossia.

Per la prevenzione di infezioni a livello delle suture o del cavo pleurico è sempre necessario somministrare una terapia antibiotica postoperatoria. Gli antibiotici consigliati ed i tempi di somministrazione sono gli stessi che sono descritti per la

toracotomia e per questo si rimanda al paragrafo *Trattamenti postoperatori* del capitolo *La Toracotomia*.

Per quanto riguarda la terapia analgesica, le metodiche utilizzate sono, anche in questo caso, sovrapponibili a quelle utilizzate in seguito ad una toracotomia. In seguito ad interventi toracoscopici, tuttavia, lo stimolo algico avvertito dal paziente è minore per cui, solitamente, è sufficiente la somministrazione sistemica di farmaci oppioidi e per periodi più ridotti rispetto ai pazienti che hanno subito una chirurgia classica.

Un'alternativa può essere la somministrazione di *fentanyl transdermico* (Recuvyra®), che presenta un'efficacia ottima e molto duratura, fino a 4 giorni. Tuttavia l'effetto di questo farmaco inizia a distanza di circa 2-4 ore dalla somministrazione, quindi è necessario dare una copertura analgesica alternativa all'animale in questo periodo di tempo (Freise et al., 2012).

Una corretta gestione del drenaggio toracico, se presente, è fondamentale per impedire il verificarsi di complicazioni ad esso legate come infezioni, pneumoderma o pneumotorace accidentale.

Il drenaggio deve essere protetto con un bendaggio in modo che il paziente non possa autotraumatizzarsi o rimuovere il sistema di bloccaggio provocando l'entrata improvvisa di aria ed uno pneumotorace che può causarne la morte. Inoltre il bendaggio riduce le contaminazioni, proteggendo il paziente da possibili infezioni. A questo scopo è fondamentale essere sempre più sterili possibili quando si aspira materiale dal drenaggio, per ridurre il rischio di entrata di germi all'interno del cavo pleurico.

Per una trattazione più approfondita della gestione postoperatoria del drenaggio si rimanda al paragrafo *Trattamenti postoperatori* del capitolo *La Toracotomia*, dove è stato descritto in modo più approfondito.

3.8 Complicazioni

❖ **Complicazioni intraoperatorie e necessità di conversione alla chirurgia classica**

Le complicazioni che si possono verificare durante un intervento di toracosopia sono varie e possono essere relative all'anestesia, alla tecnica toracoscopica in generale o alla specifica procedura eseguita.

Se la gravità di queste complicazioni è elevata o comunque tale da non permettere di continuare l'intervento in sicurezza per il paziente, può essere necessaria la conversione ad una chirurgia open. In particolare esistono due tipi di conversione: la "conversione d'emergenza", quando si verifica una complicazione che non si riesce a correggere senza l'accesso chirurgico classico, oppure la "conversione elettiva", quando non sono presenti vere e proprie complicazioni ma, per problematiche varie, non è possibile terminare l'intervento con l'approccio endoscopico. Inoltre sono indicati come fattori predisponenti alla conversione l'elevato peso del paziente, diagnosi di lesioni maligne e la ridotta esperienza del chirurgo (Halpin & Soper, 2006).

Le complicazioni relative all'anestesia variano a seconda dell'utilizzo o meno di tecniche particolari.

Nell'esecuzione di procedure semplici che vengono svolte solamente con l'induzione dello pneumotorace mediante l'entrata di aria dall'esterno, le complicazioni anestesilogiche che si possono verificare sono sovrapponibili a quelle associate ad interventi di toracotomia classica (Mayhew, 2011).

La ventilazione monopolmonare (One Lung ventilation: OLV), necessaria in interventi più avanzati per aumentare lo spazio di lavoro, può, invece, determinare una mancata corrispondenza tra ventilazione e perfusione ed un'aumentata frazione di shunt, con un calo della PaO_2 , della CaO_2 e della saturazione d'ossigeno ed un aumento della $PaCO_2$ (vedi paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*). Tuttavia è riportato che queste complicazioni non sono di solito clinicamente significative nei soggetti normali, che tollerano bene questa procedura, mentre possono presentarsi in modo più grave in soggetti con patologie cardio-polmonari in corso. Risulta

fondamentale, comunque, monitorare accuratamente i tutti pazienti ventilati con OLV, non solamente quelli più a rischio, per poter rilevare e correggere eventuali stati di ipossia duratura.

Se si ricorre all'insufflazione di CO₂ nel cavo pleurico il rischio di complicazioni aumenta ancora rispetto alla tecnica precedente, a causa del verificarsi di alterazioni emodinamiche significative anche a basse pressioni (vedi paragrafo *Anestesia in corso di toracosopia*). Tale tecnica può essere utilizzata per brevi periodi, ma sotto attento monitoraggio da parte dell'anestesista.

In caso di complicazioni anestesilogiche importanti, con uno stato di ipossia grave e duraturo, può essere necessaria una conversione d'emergenza, in modo da permettere una ventilazione polmonare adeguata, con la presenza di minori aree atelettasiche, ed allo stesso tempo una adeguata visualizzazione del campo operatorio (Radlinsky, 2009).

Durante l'utilizzo della ventilazione monopolmonare possiamo incorrere anche in complicazioni secondarie alla dislocazione del tracheotubo.

Se questo si sposta dal bronco principale può venire meno l'isolamento disposto su di esso, con la ventilazione di entrambi i polmoni. Ciò determina la riduzione improvvisa dello spazio di lavoro per il chirurgo e, spesso, l'impossibilità di continuare l'intervento. Può capitare anche che il sistema di isolamento del bronco scivoli cranialmente in trachea e vada a determinare un'ostruzione completa delle vie aeree, con l'interruzione della ventilazione. In questo caso è fondamentale accorgersi subito del problema e riposizionare il sistema di bloccaggio ed il tracheotubo in modo corretto. Per evitare queste complicazioni è consigliabile posizionare il tracheotubo per l'OLV in sala operatoria e non in sala d'induzione, in modo da dover muovere il meno possibile il paziente e ridurre il rischio di dislocamento (Mayhew, 2011).

Una delle più frequenti complicazioni intraoperatorie è l'emorragia, di solito per rottura di uno dei vasi intercostali.

Durante il posizionamento delle trocar-cannule è possibile lesionare uno di questi vasi, il quale può non determinare ingente sanguinamento fino alla rimozione della cannula a fine intervento. È necessario, quindi, ispezionare sempre l'accesso prima di suturarlo, per bloccare l'eventuale perdita di sangue, che, se abbondante e non diagnosticata può mettere a rischio la vita del paziente (Radlinsky, 2009), questo perché il sanguinamento proveniente da questi vasi può essere spesso profuso e,

soprattutto, solitamente non cessa in modo spontaneo (Mayhew, 2011). Radlinsky afferma che la tecnica di introduzione dei trocar che più permette di ridurre il rischio di questa complicazione è la mini-toracotomia. In questo modo si può essere più precisi nell'incidere la cute ed il piano muscolare senza ledere i vasi ed, utilizzano un trocar smusso, si riduce anche il rischio di lesioni agli organi sottostanti. Le cannule successive alla prima verranno poi inserite sotto guida endoscopica, quindi in maggiore sicurezza (Radlinsky, 2009). La rottura dei vasi intercostali, inoltre, può avvenire durante l'esecuzione di biopsie pleuriche con la presenza di fenomeni infiammatori cronici o di qualsiasi altra affezione che determini fibrosi a carico della pleura. In queste condizioni la pleura non è più trasparente come di consueto perché inspessita e, quindi, non permette di vedere i vasi ed i nervi intercostali sottostanti, aumentando il rischio di lesionarli nell'esecuzione del prelievo biptico. Nel caso ci si trovi in questa situazione è consigliabile prelevare il tessuto dalla regione centrale dello spazio intercostale evitando l'area adiacente al margine caudale della costa, dove scorrono tali strutture (Radlinsky, 2009).

La perdita di sangue può provenire anche da altre strutture vascolari associate al mediastino, ai linfonodi, al polmone, al pericardio, a masse neoplastiche o dai grossi vasi, a seconda della procedura effettuata. È importante ricordare che la presenza di infiammazione o di processi neoplastici a livello toracico possono aumentare la vascolarizzazione, incrementando il rischio di emorragia.

La presenza di emorragia può essere controllata con una lieve pressione, con pinza bipolare, con clip vascolari oppure, in lesioni ad un vaso intercostale, con una sutura circumcostale prossimalmente e distalmente alla lesione; la scelta della metodica più idonea varia a seconda dell'entità del danno. In caso la perdita di sangue sia ingente e non si riesca ad arrestarla si può avere una ridotta visibilità a livello dell'area chirurgica oltre ad un rischio per la eccessiva perdita ematica, che possono rendere necessaria la conversione dell'intervento.

Un altro tipo di complicazioni frequenti sono i traumi accidentali a strutture adiacenti o all'esterno dell'inquadratura dell'ottica con un movimento errato degli strumenti, che possono comportare anch'essi emorragie o in una lesione al tessuto colpito (Radlinsky, 2009). Inoltre traumi accidentali possono verificarsi frequentemente in seguito all'induzione dello pneumotorace, quando ancora lo spazio pleurico è virtuale. Le strutture più colpite in questo caso sono i polmoni, il pericardio o il miocardio. In caso di un danno al parenchima polmonare, anche se senza

sanguinamento eccessivo, è necessario correggere la lesione per non incorrere in un pneumotorace postoperatorio. La sua diagnosi può essere effettuata per visualizzazione diretta e tramite l'irrigazione con fisiologica calda sopra la lesione, per valutare la presenza di bollicine conseguenti a perdita di aria dal parenchima. La riparazione della lesione può essere eseguita come in chirurgia classica ovvero con la sola applicazione di un drenaggio toracico in lesioni molto piccole, con sutura, con una legatura ed escissione alla base della lesione o con lobectomia completa nei casi più gravi. In caso di danni estesi al parenchima polmonare può essere necessaria la conversione dell'intervento, anche se solitamente non necessaria (Radlinsky, 2009).

Talvolta può essere necessario anche ricorrere ad una conversione elettiva a causa di problematiche che non permettono il completamento dell'intervento con l'approccio endoscopico. Tra queste abbiamo la presenza di estese aderenze tra le pleure o tra pleura e mediastino, la presenza di lesioni troppo estese, di dimensioni eccessive o in stadio più avanzato rispetto a quanto diagnosticato in precedenza, un ridotto spazio di lavoro per un insufficiente collasso polmonare, l'impossibilità di reperire la lesione, eccessivo e continuo versamento pleurico o l'inesperienza del chirurgo. Tutte queste situazioni determinano la necessità di conversione dall'intervento endoscopico ad una toracotomia classica.

In letteratura sono riportati, tuttavia, pochi casi in cui è stata necessaria la conversione dell'intervento, sia in toracospie esplorative che in interventi complessi (Radlinsky, 2009).

❖ **Complicazioni postoperatorie**

Il periodo postoperatorio successivo ad interventi toracoscopici presenta ridotte complicazioni dovute alla dolorabilità ed alla ridotta ventilazione ad essa conseguente rispetto alla toracotomia. Questo perché gli accessi toracoscopici sono molto più piccoli rispetto a quelli toracotomici, con minore lesione tissutale, e non abbiamo retrazione delle coste né suture circumcostali che possono imbrigliare il nervo intercostale e aumentare i fenomeni algici.

In ogni caso è presente un certo grado di traumatismo sulle strutture nervose intercostali a causa della compressione che le cannule possono determinare durante l'utilizzo degli strumenti. Il loro movimento, infatti, può portare a comprimere la cannula verso la parte craniale dello spazio intercostale, portando schiacciamento di

tali nervi che si esplica in un aumentato dolore postoperatorio. Un accorgimento efficace può essere l'utilizzo di trocar in gomma morbida, che determinano una minor compressione e traumatismo sui nervi intercostali.

Nel 1999 è stato effettuato uno studio per confrontare il grado di dolore e di stress postoperatorio in seguito ad interventi di toracotomia e di toracosopia, prendendo in analisi, come interventi, le pericardiectomie. Nei soggetti che hanno subito l'intervento in chirurgia endoscopica è stato riscontrato un grado di dolore più basso, soprattutto nell'immediato postoperatorio, rispetto agli interventi in chirurgia classica. Inoltre sono stati rilevati anche valori di cortisolo ematico e di glucosio più bassi, indice di un minor stress nel periodo seguente all'intervento (Walsh et al., 1999).

Altra complicazione possibile può essere la presenza di infezioni dei tessuti a livello degli accessi o all'interno della cavità toracica. Rispetto agli interventi di chirurgia classica, tali complicazioni sono generalmente meno frequenti. I motivi di questa differenza possono essere la presenza di ferite più piccole e, quindi, di minor danno tissutale che determina un rischio minore di colonizzazione da parte di microrganismi patogeni; l'assente esposizione degli organi all'esterno che riduce la possibilità di avere contatto con microrganismi o, comunque, riduce la quantità con cui essi vengono in contatto. Un minor dolore ed una più rapida ripresa della normale attività, inoltre, può favorire la guarigione e la distruzione dei microrganismi a livello della ferita.

In uno studio effettuato nel 2012 su 179 pazienti sono stati messi a confronto interventi di laparoscopia e toracosopia con interventi di chirurgia classica per quanto riguarda il tasso di infezioni presenti nel periodo postoperatorio. Da questo studio è emerso che gli interventi di chirurgia open hanno un tasso di infezione della ferita chirurgica più elevato (5,5%) rispetto agli interventi di chirurgia endoscopica (1,7%). Tuttavia gli autori sottolineano che, per la presenza di alcuni fattori che potrebbero aver creato distorsioni, questo studio non permette di categorizzare l'approccio chirurgico come un fattore di rischio indipendente per lo sviluppo di infezioni a livello dell'accesso (Mayhew et al., 2012).

Talvolta a livello delle ferite chirurgiche possiamo avere la formazione di un sieroma per la presenza di un eccessivo spazio morto non adeguatamente eliminato durante la sutura.

Inoltre, se la sutura degli accessi non viene eseguita correttamente, si potrebbe incorrere nell'erniazione di porzioni di organi toracici, verosimilmente polmoni, attraverso gli accessi chirurgici. Tale complicazione è molto rara, anche se riportata come possibile (Mayhew, 2011).

Nel caso di lesioni a livello della pleura polmonare, può presentarsi nel periodo postoperatorio la presenza di pneumotorace per fuoriuscita di aria dagli alveoli. Tale complicazione può essere dovuta a lesioni iatrogene causate dalle trocar-cannule durante l'accesso o dall'uso degli strumenti operatori, ad una errata chiusura del parenchima polmonare o del bronco in seguito a lobectomia o a lesioni già presenti prima dell'intervento ma non reperate. Ovviamente, più grande sarà la lesione e più abbondante sarà la quantità di gas presente nello spazio pleurico così come minore sarà la probabilità che si risolva autonomamente. In caso di lesioni lievi è può essere applicato solamente un drenaggio in modo da rimuovere via via l'aria che si accumula in torace, aspettando la guarigione spontanea della lesione. Altrimenti, se il pneumotorace persiste in modo abbondante, può essere necessario eseguire un nuovo intervento per correggere la lesione.

Un'altra complicazione che potremmo riscontrare, anche se molto raramente, è la presenza di metastasi ad uno dei siti di localizzazione dei portali dette "*portal-site metastasis*". Tale complicazione è stata riportata in alcuni articoli di medicina umana, dove sono identificate come molto rare. In uno studio effettuato su più di mille pazienti l'indice di riscontro di questa complicazione è stato dello 0,19 % (Chen et al., 2004).

In medicina veterinaria è riportato in letteratura un solo caso di portal-site metastasis in seguito ad un intervento di fenestrazione pericardica, con biopsie a mediastino e pleura per la diagnosi di mesotelioma in un cane di dieci anni. Tuttavia non è ancora chiaro se alla base di queste metastasi ci sia una contaminazione dei tessuti a livello del portale da parte di cellule neoplasiche esfoliate durante la rimozione del campione oppure un impianto di tali cellule presenti nel versamento pleurico, in seguito al contatto del liquido con i tessuti incisi. Infatti in laparoscopia è riportato che, mentre il peritoneo integro sembra sia resistente all'impianto di cellule tumorali, quest'ultime sembrano capaci di attaccarsi ai tessuti incisi dei portali; lo stesso affermazione si può, verosimilmente, considerare valida anche per le pleure. Nel caso descritto, gli autori hanno rimosso i prelievi bioptici senza l'utilizzo di una sacca per l'estrazione, ma allo stesso tempo nel versamento del paziente, dopo analisi

citologica, sono state rilevate cellule neoplastiche. Non è possibile quindi valutare quale delle due cause sia quella coinvolta ma, in ogni caso è consigliato l'utilizzo di apposite sacche da endoscopia per estrarre tessuti presumibilmente neoplastici dalla cavità toracica, in modo tale da minimizzare il rischio di contaminazione dei tessuti intorno alle cannule (Brisson et al., 2006).

Infine altre complicazioni possibili possono essere quelle legate al drenaggio, se posizionato, che risultano essere le medesime che si possono riscontrare in caso di toracotomia. Le più frequenti possono essere infezioni a livello del sito di entrata in torace o veicolo di germi all'interno della cavità, se la sua gestione non è corretta. Inoltre possiamo riscontrare pneumoderma in caso di eccessiva larghezza nel foro di entrata o di un drenaggio difettoso, oppure, talvolta, pneumotorace acuto se si separa il dispositivo di chiusura dal drenaggio; questa è una complicazione molto grave che può portare l'animale a morte in poco tempo, se non si interviene tempestivamente. Per una trattazione più approfondita di queste complicazioni si rimanda, comunque, al paragrafo *Complicazioni* del capitolo *La Toracotomia*.

Capitolo 4: Interventi toracici più frequenti

In questo capitolo verranno descritti in breve i procedimenti chirurgici di alcuni dei più frequenti interventi che si eseguono con approccio toracotomico o toracoscopico.

4.1 Interventi toracotomici

In questo paragrafo sono esposte le procedure chirurgiche necessarie per l'esecuzione della pericardiectomia, della legatura del dotto toracico, della rimozione di corpi estranei vegetali, della lobectomia e della legatura del dotto arterioso persistente.

La **pericardiectomia** con approccio toracotomico viene eseguita più frequentemente subtotale o subfrenica. Può essere eseguita con approccio sternotomico o intercostale destro al 5° spazio, ma con il primo risulta più agevole poiché una toracotomia intercostale destra non permette una buona visualizzazione dell'emitorace sinistro.

In ogni caso è necessario praticare una incisione rettilinea dall'apice del cuore fino al nervo frenico. Quindi l'eventuale liquido presente nello spazio pericardico viene drenato con una cannula da aspirazione. Si prosegue l'incisione appena praticata cranialmente e caudalmente andando a formare una incisione a T (Fossum, 2008). Le incisioni craniale e caudale si continuano finché non si incontrano sulla faccia opposta del pericardio, stando attenti a non ledere il nervo frenico controlaterale e andando a formare una incisione circonferenziale (Bojrab et al., 1998).

Nel caso si utilizzi un approccio intercostale, è necessario che un assistente ruoti l'apice cardiaco lateralmente e dorsalmente per poter eseguire l'incisione descritta in precedenza. Tuttavia, dato che questa manualità ostacola il ritorno venoso al cuore destro, è fondamentale che sia eseguita nel minor tempo possibile (Bojrab et al.,

1998). Una volta separato il pericardio, si recide il legamento freno-pericardico previa elettrocauterizzazione perché molto vascolarizzato (Fossum, 2008).

Nel caso si utilizzi l'approccio sternotomico, una volta completata l'incisione circonferenziale, il cuore non risulta più sostenuto dal legamento freno-pericardico ed il suo peso va a gravare sui grossi vasi, riducendo anche in questo caso il ritorno venoso. Per questo è necessario mantenere questa situazione per il minor tempo possibile chiudendo la parete prima possibile dopo la rimozione del pericardio. Alcuni chirurghi, infatti, se utilizzano l'approccio sternotomico preferiscono recidere prima il legamento freno-pericardico in modo da poter sostenere il cuore manualmente a poter richiudere subito la parete toracica una volta terminata l'escissione del pericardio.

In letteratura è descritta anche la tecnica di pericardiectomia totale, in cui è necessario scollare con attenzione i due nervi frenici dal pericardio per asportarlo quanto più possibile vicino alla base del cuore. Questa tecnica è però più indaginosa e rischiosa della precedente e per questo raramente utilizzata.

L'intervento di legatura del dotto toracico viene eseguito mediante una toracotomia destra al decimo spazio intercostale. Prima di eseguire l'intervento può essere vantaggioso iniettare del *blu di metilene* in un linfonodo periferico o in un linfonodo mesenterico mediante laparotomia paracostale, che determinano una colorazione bluastra dei dotti linfatici da dieci minuti dopo l'iniezione per circa un'ora (Moore & Ragni, 2012). In alternativa, può essere somministrato un pasto ricco di grassi (olio vegetale o panna liquida) in modo da determinare una colorazione biancastra dei vasi linfatici e facilitarne l'individuazione (Bottero & Ruggiero, 2011). Una volta localizzato il dotto, lo si aggancia con pinze emostatiche e si procede ad effettuarne la legatura con un filo di seta (Fossum, 2008). La legatura deve essere effettuata il più possibile vicino al diaframma, ed è necessario essere sicuri di aver legato anche tutte le ramificazioni del dotto (Birchard & Sherding, 2009).

Alcuni studi clinici hanno dimostrato un miglioramento dei risultati se si associa l'intervento ad una pericardiectomia parziale. Le motivazioni, anche se ancora non del tutto chiare, potrebbero essere imputate a piccole variazioni nella pressione delle vene toraciche e dei vasi linfatici, responsabili di un miglioramento del flusso attraverso i vasi del dotto toracico (Birchard & Sherding, 2009). Inoltre, in alcuni pazienti, la permanenza chilo nello spazio pleurico può determinare una fibrosi con

conseguente ispessimento del foglietto pericardico, che può ridurre il riempimento del cuore destro, con aumento della pressione venosa e rallentamento del drenaggio della linfa. In tali pazienti a maggior ragione la pericardiectomia può essere utile poiché determina una normalizzazione della pressione venosa che può essere sufficiente a far tornare la linfa nei canali naturali (Fossum, 2008).

La pericardiectomia parziale viene eseguita raggiungendo il sacco pericardico dall'accesso effettuato per legare il dotto toracico (Fossum, 2008).

La **rimozione di corpi estranei vegetali** (generalmente reste di graminacee) può essere necessaria in seguito all'aspirazione di uno di questi da parte del paziente. Questi corpi estranei in particolare hanno la caratteristica di formare lunghi tragitti fistolosi. Possono penetrare nel parenchima polmonare formando ascessi oppure sfondare la pleura viscerale determinando pneumotorace e pitorace.

Nel caso si sia riusciti ad individuarne la localizzazione mediante mezzi diagnostici precedenti, può essere eseguita una toracotomia intercostale nello spazio in corrispondenza del corpo estraneo.

Nel caso in cui, invece non si sia riusciti a localizzarlo, in particolare se non sappiamo in quale dei due emitoraci si trova, è consigliabile utilizzare l'approccio sternotomico che ci permette di esplorare entrambi gli emitoraci con un solo accesso. Una volta individuato, se risulta libero in cavità o fuoriesce in parte dalla pleura parietale può essere direttamente rimosso con una pinza. In seguito si andrà a valutare lo stato parenchima circostante per considerare se rimuoverlo o meno.

Nel caso sia inglobato completamente nel parenchima polmonare, sarà necessario effettuare una lobectomia, parziale o totale a seconda della grandezza della sacca ascessuale.

Al termine dell'intervento è necessario eseguire lavaggi, antibiotati e non, per ridurre la contaminazione e favorire la guarigione del tessuto polmonare. Inoltre è necessario liberare i singoli lobi polmonari dalle aderenze, se presenti, per permetterne la normale espansione dopo la chiusura della parete toracica.

L'intervento di **lobectomia polmonare** può essere eseguito effettuando l'escissione di parte di un lobo o di tutto il lobo in toto.

Nel primo caso si parla di **lobectomia polmonare parziale** ed è eseguita quando il tessuto da asportare si trova in una parte periferica del polmone o si deve effettuare

un prelievo bioptico. Una volta individuato il parenchima da rimuovere, si posizionano due pinze disposte trasversalmente in posizione prossimale rispetto alla lesione. Quindi si esegue una sutura continua a materassaio trapassante il parenchima prossimalmente alle pinze con un filo riassorbibile (Birchard & Sherding, 2009) (Bojrab et al., 1998). Se si ritiene necessario comprimere ulteriormente il tessuto, si può eseguire una seconda sutura prossimalmente alla prima. Quindi si procede a recidere il parenchima tra la sutura e le pinze e ad asportare il tessuto. Il lembo di polmone rimasto esposto deve essere anch'esso suturato con una sutura continua semplice in modo da coprire il parenchima esposto con la pleura parietale (Fossum, 2008).

Se il tessuto da rimuovere è molto periferico si può effettuare anche una legatura di massa a cappio del parenchima prossimalmente ad esso, quindi reciderlo ed asportarlo.

Il metodo più preciso e rapido risulta quello con l'uso di una suturatrice meccanica che appone al parenchima 4 o 6 file di punti metallici e contemporaneamente seziona il tessuto permettendo l'escissione della parte interessata.

La lobectomia polmonare totale si effettua, invece, quando la lesione da rimuovere è molto grande o si trova nelle aree più prossimali del lobo e non è possibile effettuare una lobectomia parziale.

Si individua la lesione ed il lobo da asportare, liberandolo dalle connessioni con la parete toracica, si localizza il bronco che provvede alla sua ventilazione ed i vasi vicini che ne irrorano il tessuto. Mediante dissezione smussa si isolano i vasi e si procede ad effettuarne la legatura. A seconda delle dimensioni del vaso si può decidere di effettuare due legature e recidere tra di esse oppure effettuare prossimalmente al punto di incisione anche una legatura trapassante per impedire al primo nodo di scivolare (Fossum, 2008). Questa tecnica è generalmente utilizzata per le arterie poiché la loro pulsazione aumenta il rischio di scivolamento del nodo. Una volta legati entrambi i vasi si clampa il bronco con una pinza tangenziale di Satinsky e si recide a valle asportando il lobo polmonare. Quindi si effettua una sutura continua a materassaio a monte della pinza in modo da chiuderlo e si rimuove la pinza. Infine si esegue una sutura continua semplice sui margini del bronco reciso per rafforzare la tenuta della prima sutura (Bojrab et al., 1998). Prima di chiudere la parete toracica è buona norma irrigare il cavo pleurico con soluzione fisiologica calda insufflando il polmone per rilevare possibili perdite di aria e correggerle.

Per l'esecuzione della **legatura del dotto arterioso persistente** si utilizza una toracotomia intercostale sinistra al 5° spazio intercostale. Si individua il nervo vago che decorre sopra il dotto arterioso e lo si libera per via smussa facendo attenzione a non lesionarlo (Fossum, 2008). Quindi vi si fa passare sotto un filo in modo da poterlo spostare dorsalmente e poter lavorare sul dotto arterioso. Si passa ad isolare il dotto dai tessuti circostanti per via smussa con l'utilizzo di pinze di Mixter a 45° o a 90°. Questa operazione è molto delicata e va eseguita molto lentamente e con precisione. Una volta liberato il dotto in modo che una pinza ad angolo retto possa passarvi al di sotto senza incontrare resistenze, si procede a far passare il filo afferrandolo con la pinza e tirandolo delicatamente intorno al dotto. Per la legatura si utilizza un filo di seta da 0 a 3-0 a seconda della dimensione del dotto e del paziente. Si può far passare due fili separati al di sotto del dotto oppure un'ansa di filo che verrà poi divisa una volta passata andando a formare due fili (Fossum, 2008). In questo caso è fondamentale non incrociare i due fili ma mantenerli ben separati. Si procede ad effettuare il primo nodo chirurgico a mano con il filo più vicino all'aorta in modo da stringere il primo nodo chirurgico in 15 minuti per non creare squilibri emodinamici eccessivi nel paziente. Quindi si eseguono i soprannodi ed il secondo nodo vicino all'arteria polmonare.

4.2 Interventi toracoscopici

In questo paragrafo sono descritti tra gli interventi toracoscopici la pericardiectomia, la legatura del dotto toracico, la rimozione di corpi estranei vegetali in torace e la lobectomia toracoscopica e toraco-assistita.

La **pericardiectomia**, come già descritto nel paragrafo *Tecnica chirurgica* del capitolo *La Toracosopia*, può essere eseguita sia in decubito dorsale che laterale destro. Se si utilizza il decubito dorsale, con un portale per gli strumenti per emitorace, è necessario recidere un tratto del mediastino caudo-ventrale per mettere in comunicazione i due emitoraci e poter visualizzare entrambe le pinze. Se presente eccessivo tessuto adiposo sul pericardio è necessario rimuoverlo per evidenziare bene la sierosa. Si afferra il pericardio con una pinza da presa e si esegue una prima incisione con le forbici per far defluire l'eventuale versamento fuori dallo spazio pericardico. Quindi si aspira il liquido con una cannula da aspirazione per ripristinare una corretta visibilità.

Di solito in toracosopia si preferisce eseguire una **fenestrazione pericardica**, rimuovendo una porzione circolare di tessuto non più piccola 3-4 cm, in modo da permettere il corretto deflusso del liquido e ridurre la possibilità che la finestra possa chiudersi nel processo riparativo. Inoltre con una finestra troppo piccola è possibile che l'apice cardiaco rimanga intrappolato nella finestra con la formazione di un'ernia ed alterazione della funzione di pompa cardiaca (Moore & Ragni, 2012).

La pericardiectomia può essere eseguita anche **subtotale**, rimuovendo il pericardio ventrale in tutta la sua circonferenza e prendendo come linea di demarcazione il decorso dei nervi frenici che passano in corrispondenza della base del cuore sia a destra che a sinistra. Molta attenzione va posta a non danneggiarli per evitare problemi respiratori per alterazione della contrattilità diaframmatica. Tale tecnica può essere necessaria in caso di pericardite costrittiva, anche se è eseguita raramente in toracosopia perché molto indaginosa (Bottero & Ruggiero, 2011).

Per l'esecuzione della **legatura del dotto toracico** con tecnica toracoscopica è necessario utilizzare degli accorgimenti per mettere in evidenza il dotto toracico e le

sue branche. Tali metodiche sono le stesse che si utilizzano nel caso si esegua l'intervento con la tecnica classica e sono descritte nel paragrafo precedente.

Una volta effettuato l'accesso in torace e posizionate tutte le trocar-cannule, si procede alla dissezione del mediastino ventralmente, lateralmente e dorsalmente al decorso dell'aorta per mettere in evidenza il dotto toracico ed eventuali branche accessorie. La dissezione deve essere molto delicata e precisa per evitare di danneggiare le importanti strutture vascolari e nervose presenti in quest'area, e deve continuare fino a raggiungere l'emitorace controlaterale. Quindi si esegue la chiusura del dotto con clip in titanio applicate sul ramo principale ed, eventualmente, sulle branche accessorie. Come previsto nel protocollo per il trattamento chirurgico del chilotorace, dopo la chiusura del dotto si esegue la pericardiectomia, secondo la tecnica descritta in precedenza (Bottero & Ruggiero, 2011).

Nella **rimozione di corpi estranei vegetali** la scelta del decubito da utilizzare varia a seconda se siamo riusciti a localizzare il corpo estraneo prima dell'intervento o meno. In caso di mancata localizzazione può essere preferibile un decubito dorsale in modo da poter valutare entrambi gli emitoraci, mentre se si è riusciti a localizzarlo può essere preferito il decubito laterale. In caso di localizzazione nelle aree più dorsali o dorso-caudali del polmone può essere preso in considerazione anche l'utilizzo di un decubito sternale. Una volta effettuato l'accesso si esegue l'aspirazione del liquido sieropurulento, se presente, quindi si procede all'esplorazione del cavo pleurico per ricercare il corpo estraneo. Particolare attenzione durante la ricerca va posta alle aree dove sono presenti aderenze tra le pleure, poiché il processo infiammatorio può indicare la presenza del corpo estraneo in quell'area. Se questo si trova libero in cavità o fuoriesce in parte dalla pleura viscerale può essere rimosso con una pinza da presa, facendo molta attenzione a rimuoverlo in toto per non avere successive recidive. In caso di reste di graminacee, la parte migliore per afferrarla è alla base poiché c'è un rischio minore che si rompa e che parte di essa rimanga nel parenchima.

Se il corpo estraneo si trova completamente inglobato nel parenchima polmonare è necessario eseguire una lobectomia parziale o totale, secondo la tecnica che verrà esposta in seguito (Bottero & Ruggiero, 2011). Al termine dell'intervento può essere utile eseguire lavaggi, anche antibiotati, nel cavo pleurico per ridurre la contaminazione presente e favorire la guarigione del paziente.

L'intervento di **lobectomia polmonare**, totale o parziale, può essere eseguito con tecnica toracoscopicamente assistita o totalmente toracoscopica.

La tecnica toracoscopicamente assistita prevede l'utilizzo combinato della toracosopia con la chirurgia tradizionale. Dopo aver individuato il lobo interessato dalla lesione, si effettua una minitoracotomia in corrispondenza dell'ilo del lobo o della lesione stessa se si effettua una lobectomia parziale. Attraverso l'incisione si introduce una pinza da presa e si esteriorizza il lobo da asportare senza l'utilizzo di divaricatori. Quindi si procede all'asportazione del lobo o di parte di esso con la tecnica tradizionale. È consigliabile l'impiego di suturatrici meccaniche che permettono di ridurre notevolmente i tempi chirurgici e garantiscono una resezione molto precisa del tessuto. In alternativa si può utilizzare il metodo tradizionale illustrato nel paragrafo precedente. Una volta rimosso il tessuto, il restante parenchima viene riposizionato in cavità (Bottero & Ruggiero, 2011).

La tecnica totalmente toracoscopica prevede, invece, la resezione del lobo direttamente all'interno della cavità toracica, utilizzando solo strumenti endoscopici. Una volta individuata la lesione ed il lobo da rimuovere, si introduce in uno dei portali una sutratrice meccanica per endoscopia e si posizionano le branche dello strumento in corrispondenza dell'ilo del lobo o direttamente sul parenchima se si deve eseguire una lobectomia parziale. Azionando il dispositivo le branche stringono il tessuto applicando sei file di clip metalliche e contemporaneamente resecando il tessuto in mezzo ad esse. In questo modo abbiamo la chiusura e l'isolamento sia dei vasi e del parenchima dei polmoni sani che rimarranno in sede, sia del lobo che verrà rimosso. Nel caso con le branche non si riesca a stringere il tessuto nella sua totalità è necessario ricaricare lo strumento e ripetere la procedura nel tessuto dove non sono state applicate le clip. Il lobo viene rimosso allargando uno degli accessi effettuati per i trocar. In caso si rimuova una sospetta neoplasia, è consigliabile inserire il polmone resecato in un sacchetto da endoscopia apposito prima di rimuoverlo, per evitare la diffusione di cellule sulla parete toracica (portal site metastasis).

Alla fine della procedura, sia toraco-assistita che toracoscopica, può essere utile irrigare la cavità in corrispondenza della sutura per verificare possibili perdite di aria e correggerle prima di chiudere la parete toracica (Bottero & Ruggiero, 2011).

Capitolo 5: Studio clinico

5.1 Introduzione

La chirurgia toracica rappresenta una branca specialistica all'interno della chirurgia veterinaria, a causa della necessità di conoscenze e manualità avanzate richieste per l'esecuzione di interventi sugli organi contenuti nella cavità toracica, sia dal punto di vista chirurgico che anestesilogico. La presenza spesso di problematiche cliniche importanti nei pazienti che necessitano tali procedure rende ulteriormente delicata la gestione di questi interventi. Inoltre, negli ultimi anni, sta crescendo sempre di più l'interesse verso l'utilizzo di tecniche di toracosopia per la loro ridotta invasività che riduce l'impatto che le tecniche di chirurgia classica hanno sui tessuti del paziente.

Conoscere e studiare i vantaggi, gli svantaggi e l'andamento perioperatorio associati all'utilizzo di tecniche di toracotomia intercostale, di sternotomia e di toracosopia è fondamentale per valutare l'approccio più idoneo da utilizzare e per migliorare lo stato di salute ed il recupero di ciascun paziente.

5.2 Materiali e metodi

Nel nostro studio abbiamo preso in considerazione cani di qualsiasi età e razza affetti da patologie che hanno richiesto un intervento chirurgico al torace, eseguito con approccio intercostale, sternotomico o con toracosopia.

❖ Raccolta dei dati

I pazienti sono stati seguiti nel periodo intraoperatorio per misurare la durata di ogni intervento chirurgico.

Sono state effettuate quattro misurazioni della temperatura rettale del paziente, a quattro tempi consecutivi:

- la prima misurazione (T0) è stata eseguita all'inizio dell'intervento;
- la seconda misurazione (T1) è stata eseguita alla fine dell'intervento;
- la terza misurazione (T2) è stata eseguita a 6 ore dalla fine dell'intervento;
- la quarta misurazione (T3) è stata eseguita a 12 ore dalla fine dell'intervento.

Inoltre sono state annotate complicazioni intraoperatorie quali bradicardia o ipotensione, di gravità tale da dover essere trattate rispettivamente con atropina o con dopamina, dobutamina o collodi.

In ogni soggetto è stato registrato il posizionamento o meno di un drenaggio toracico a fine intervento. I pazienti sono stati monitorati anche nel periodo postoperatorio, registrando la durata di permanenza del drenaggio in situ e la durata del ricovero di ogni paziente.

Quindi è stata valutata la mortalità mediante un'indagine telefonica che è stata eseguita su tutti i padroni dei pazienti che sono stati considerati nel nostro studio, ai quali sono state rivolte le seguenti domande:

- Il paziente è ancora vivo?
- Se morto, quanto tempo dopo l'intervento è avvenuto il decesso?
- Quali sono state le cause del decesso?

Quindi i pazienti deceduti sono stati categorizzati a seconda se la morte è avvenuta:

- durante l'intervento;
- nel periodo di ricovero;
- a meno di 3 mesi dall'intervento;
- tra 3 e 9 mesi dall'intervento;
- a oltre 9 mesi dall'intervento.

❖ Analisi Statistica

Le durate degli interventi chirurgici sono state espresse come media matematica \pm deviazione standard per ogni tipologia di intervento e per ogni tipo di approccio (toracotomia intercostale, sternotomia, toracosopia).

Le distribuzioni delle durate delle toracotomie intercostali, delle sternotomie e delle toracospie sono state valutate con Shapiro-Wilk Test e sono state confrontate tra loro le varianze con il Test F di Fisher. Sono state, poi, confrontate tra loro mediante Test T di Student per campioni indipendenti nei gruppi che presentavano varianze non significativamente diverse, e mediante test T con la correzione di Welch per campioni indipendenti nei gruppi che presentavano varianze significativamente diverse. Dove P ha assunto un valore minori di 0,05 la differenza tra le durate degli interventi nei vari gruppi confrontati è stata considerata significativa.

La distribuzione dei dati ottenuti dalle misurazioni delle temperature corporee sono state valutate per ogni tempo con Shapiro-Wilk Test.

Per verificare se vi fossero differenze significative tra le temperature nei vari tempi di misurazione, in ciascun tipo di approccio è stata utilizzata l'analisi della varianza ad una via ANOVA per misure ripetute. Anche in questo caso, la differenza tra i vari tempi è stata considerata significativa con valori di P inferiori a 0,05.

La presenza o meno di bradicardia o ipotensione intraoperatoria è stata espressa come percentuale a seconda della tipologia di approccio.

La durata del ricovero in terapia intensiva e la durata di permanenza del drenaggio toracico sono state espresse come media matematica \pm deviazione standard per ogni tipologia di intervento e per ogni tipo di approccio. Il posizionamento o meno del drenaggio toracico e la mortalità sono stati espressi come percentuali a seconda della tipologia di intervento e per ciascun tipo di approccio.

L'analisi statistica è stata effettuata mediante il software MedCalc® (MedCalc Software, Ostend, Belgio) e GraphPad Prism 6® (San Diego, CA, USA)

5.3 Risultati

I soggetti inclusi nel nostro studio sono stati 39 cani di età compresa tra 2 mesi e 13 anni, di peso compreso tra 1,5 kg e 43 kg. Tra i soggetti abbiamo riscontrato la seguente distribuzione tra le diverse razze:

- ♦ 5 Boxer;
- ♦ 1 Cavalier King Charles;
- ♦ 2 Dobermann;
- ♦ 2 Pastori Tedeschi;
- ♦ 4 Setter;
- ♦ 3 Segugi;
- ♦ 1 Pincher;
- ♦ 1 Siberian Husky;
- ♦ 1 Maltese;
- ♦ 1 Bassotto;
- ♦ 1 Barboncino;
- ♦ 2 Bracchi Tedeschi;
- ♦ 1 Terranova;
- ♦ 2 Springer Spaniel;
- ♦ 1 Labrador Retriever;
- ♦ 1 Golden Retriever;
- ♦ 1 Border Collie;
- ♦ 1 Pointer;
- ♦ 8 Meticci.

Tutti i soggetti sono stati portati presso l'Ospedale Didattico Veterinario Mario Modenato dell'Università di Pisa per patologie varie a livello della cavità toracica, per le quali hanno subito un intervento specifico.

Prima dell'intervento chirurgico tutti i pazienti sono stati sottoposti ad una visita preoperatoria approfondita mediante visita clinica completa, esami ematologici e biochimici, e, in alcuni soggetti, esami di diagnostica per immagini per localizzare in modo più preciso possibile la lesione. In base ai risultati della visita e degli esami è

stato valutato lo stato di salute di ogni paziente, in modo da poter disporre il protocollo anestesilogico più idoneo nel singolo soggetto.

Il protocollo anestesilogico utilizzato è stato diverso a seconda del paziente e dell'intervento effettuato. La premedicazione è stata eseguita con l'utilizzo di farmaci oppiacei (come *metadone* o *butorfanolo*), associati o meno a tranquillanti (come *acepromazina*) o sedativi (come *dexmedetomidina*) in relazione allo stato di salute del paziente e del tipo di procedura a cui doveva sottoporsi. L'induzione è stata eseguita in tutti con *propofol* a 2-3 mg/kg, mentre il mantenimento è stato effettuato con *isoflurano* in parte dei soggetti, mentre per i pazienti che presentavano patologie a livello respiratorio è stato preferito un mantenimento con TIVA (Total IntraVenous Anaesthesia), mediante l'infusione endovenosa continua di *propofol*. Nella maggior parte dei soggetti che hanno subito una toracotomia intercostale o una toracosopia, l'analgesia è stata effettuata mediante blocchi loco-regionali a livello paravertebrale o intercostale con l'utilizzo di *ropivacaina*. Nella minoranza di questi ed in tutti i soggetti che hanno subito una sternotomia è stata eseguita un'analgesia endovenosa mediante CRI (Constant Rate Infusione) di *fentanyl* in modo da determinare una copertura analgesica durante tutto l'intervento. Nei soggetti sottoposti a sternotomia è stata eseguita anche un'inoculazione locale di *lidocaina* a livello della ferita appena completato l'intervento.

La preparazione dei pazienti è stata eseguita mediante una tricotomia specifica a seconda dell'accesso, come descritto nei paragrafi inerenti alla preparazione del paziente. Per la toracotomia intercostale è stata eseguita un'ampia tricotomia di tutta la parete toracica dal lato scelto per l'accesso, così come nei pazienti sottoposti a toracosopia in modo tale da poter convertire l'intervento ad una chirurgia classica, nel caso dovessero insorgere delle complicazioni. Negli interventi di sternotomia i pazienti sono stati rasati dal terzo medio del collo fino a circa 5 cm oltre il processo xifoideo e nel terzo ventrale del costato, da ambo i lati. Il campo operatorio è stato preparato in tutti i soggetti con tre passaggi alternati di alcool e iodopovidone al 10%.

Lo strumentario utilizzato per gli interventi di toracotomia è stato il seguente:

- ◇ pinze fissateli Backhaus;
- ◇ pinze emostatiche Kocher;
- ◇ pinze emostatiche Pean;
- ◇ manico di bisturi n°4;
- ◇ lama di bisturi da 19 a 21 a seconda della dimensione del paziente;
- ◇ porta aghi Mayo-Hegar;
- ◇ pinze tissutali anatomiche e chirurgiche;
- ◇ forbici a punta acuta-smussa;
- ◇ forbici da dissezione Metzembbaum;
- ◇ pinza per elettrochirurgia bipolare;
- ◇ pinze atraumatiche Babcock;
- ◇ pinze atraumatiche Allis;
- ◇ divaricatore autostatico di Finocchietto;
- ◇ aspiratore con tubo in plastica e cannule da aspirazione per interstizi e per cavità;
- ◇ garze e pezze sterili.

Per eseguire gli accessi sternotomici è stato necessario inoltre l'utilizzo di una sega a lama oscillante e di un deflussore con fisiologica per effettuare la dieresi delle sternebre.

Lo strumentario utilizzato per gli interventi di toracosopia è stato il seguente:

- ◇ ottica da endoscopia rigida (del diametro di 5 mm con angolo di visione a 30° o del diametro di 10 mm con angolo di visione di 0°);
- ◇ cavo a fibre ottiche;
- ◇ fonte luminosa;
- ◇ telecamera e sistema video;
- ◇ monitor;
- ◇ cannule e trocar in metallo da 5 mm e da 10 mm;
- ◇ forbici endoscopiche;
- ◇ pinze da presa endoscopiche fenestrate e non, con chiusura autostatica;
- ◇ pinza da elettrochirurgia bipolare endoscopica;
- ◇ cannula endoscopica per aspirazione e introduzione di un liquido di lavaggio;
- ◇ manico di bisturi n°4 e lama da 19 a 21;

- ◇ porta aghi Mayo-Hegar;
- ◇ pinze tissutali anatomiche e chirurgiche;
- ◇ forbici da dissezione Metzembraum;
- ◇ garze sterili.

I fili da sutura utilizzati sono stati, come filo riassorbibile, il Monocryl® (poliglecaprone 25) e il Pds II® (polidiossanone) e come filo non riassorbibile l'Ethilon® (nylon) di calibri vari a seconda della dimensione del paziente e del tessuto sul quale è stato applicato. Per gli interventi di legatura del dotto arterioso persistente e del dotto toracico è stato utilizzato un filo di seta di grosso calibro per la legatura della struttura vascolare o linfatica, utilizzato anche nella legatura e resezione del legamento arterioso in corso di arco aortico destro persistente (Persistent Right Aortic Arch o PRAA)

Dopo l'intervento i pazienti sono stati ricoverati presso il reparto di Terapia Intensiva dell'Ospedale Didattico, in modo da essere monitorati al meglio nel periodo postoperatorio ed in modo tale da poter somministrare loro una terapia analgesica idonea. Questa è stata eseguita in 22 dei soggetti con metadone intramuscolo ogni 4-6 ore a seconda dell'intervento e delle necessità, associato ad un antinfiammatorio non steroideo, come *carprofen*, *robenacoxib* o *parecoxib* in somministrazione singola giornaliera. In due pazienti è stata utilizzata una soluzione di *fentanyl transdermico* (Recuvyra®) mentre in uno il *cerotto di fentanyl*. In 12 pazienti, invece, è stato somministrato solo *metadone* intramuscolo ogni 4-6 a seconda dell'intervento e delle necessità del soggetto. Inoltre durante il periodo di ricovero è stato possibile gestire al meglio il drenaggio toracico, nei soggetti in cui è stato posizionato, in modo da disinfettarlo più volte al giorno, poter aspirare il materiale dal cavo pleurico o poter controllare il corretto funzionamento della valvola di Heimlich, se presente.

I pazienti presi in considerazione nel nostro studio presentano la seguente distribuzione:

- 21 Toracotomie Intercostali di cui:
 - 2 soggetti hanno subito la rimozione di un forasacco;
 - 7 hanno subito una lobectomy;

- 4 hanno subito una pericardiectomia, di cui una con legatura del dotto toracico;
- 2 hanno subito la correzione del megaesofago per la persistenza del quarto arco aortico destro;
- 4 hanno subito a legatura del dotto arterioso persistente;
- 2 hanno subito la rimozione di un corpo estraneo esofageo;
- 6 Sternotomie di cui:
 - 3 soggetti hanno subito la rimozione di un ascesso da forasacco;
 - 3 hanno subito la rimozione di una neoformazione intratoracica;
- 12 Toracoscopie di cui:
 - 4 hanno subito la rimozione di un forasacco;
 - 4 hanno subito una pericardiectomia;
 - 4 hanno subito una toracosopia esplorativa, in un caso seguita da biopsia.

In particolare tra le lobectomie toracotomiche, quattro sono state eseguite per rimozione di adenocarcinomi, una per la rimozione di metastasi la cui rottura aveva determinato un'emorragia, una per la rimozione di una ciste ed una per la rimozione di un sarcoma istiocitario.

Le pericardiectomie sono state eseguite una per emopericardio da neoplasia vascolare maligna, una per chilotorace associata a legatura del dotto toracico e due per ispessimento pericardico.

Le rimozione di corpo estraneo esofageo è stata, in entrambi i casi, per l'ingestione di un amo da pesca arrivato fin nella porzione toracica dell'esofago.

Le sternotomie per rimozione di neoformazioni sono state eseguite in un caso per l'exeresi di un timoma, in un caso per la rimozione di neoformazioni polmonari multiple in entrambi i polmoni ed in un caso per la rimozione di una neoformazione tra polmone e diaframma.

Le pericardiectomie toracoscopiche sono state eseguite in due casi per ispessimento pericardico, in un caso per la rimozione di una di una neoplasia vascolare maligna a livello pericardico, in un caso per versamento pericardico causato da una sospetta neoformazione all'orecchietta destra.

Le toracoscopie esplorative sono state eseguite in un caso per l'esecuzione di biopsie pleuriche, ed in tre casi per la ricerca della causa di problematiche respiratorie.

❖ Durata degli Interventi Chirurgici

Gli interventi eseguiti in toracotomia intercostale hanno avuto una durata media in totale di $85,24 \pm 36,55$ minuti. Tra i vari interventi eseguiti con questo approccio abbiamo rilevato una durata media di più elevata nelle pericardiectomie ($107,5 \pm 48,39$ minuti) e negli interventi di correzione del megaesofago da PRAA ($107 \pm 60,1$ minuti) entrambi tuttavia con un'elevata deviazione standard. Una durata media elevata è stata riscontrata anche nelle rimozioni di corpi estraneo esofagei ($105 \pm 21,21$ minuti) con una deviazione standard però minore dei precedenti. La durata media degli interventi di rimozione di forasacchi, invece, è stata di $95 \pm 21,21$ minuti, quella negli interventi di legatura del dotto arterioso persistente è stata di $68,75 \pm 19,73$ minuti, mentre quella nelle lobectomie è stata di $67,14 \pm 33,39$ minuti. (Grafico 5.1)

Gli interventi eseguiti mediante accesso sternotomico hanno avuto una durata media in totale di $100 \pm 29,79$ minuti. In particolare negli interventi in cui è stata eseguita la rimozione di un ascesso polmonare da forasacco è stata rilevata una durata media dell'intervento di $86 \pm 14,43$ minuti, mentre per gli interventi di rimozione di masse intratoraciche la durata media rilevata è stata di $120 \pm 42,42$ minuti. (Grafico 5.2)

Gli interventi che sono stati eseguiti in toracosopia, invece, hanno presentato una durata media in totale di $57,91 \pm 18,14$ minuti. Gli interventi di pericardiectomia toracoscopica si sono rivelati avere una durata media più lunga con $67,5 \pm 21,79$ minuti, mentre nelle toracoscopie esplorative e nelle rimozioni di forasacchi per via toracoscopica abbiamo registrato una durata media rispettivamente di $60 \pm 16,32$ minuti e di $47,5 \pm 12,6$ minuti. (Grafico 5.3)

La distribuzione dei dati valutata con Shapiro-Wilk Test è risultata normale per tutti e tre gli approcci trattati.

Il confronto delle varianze dei dati raccolti nei vari approcci, effettuato con il test F di Fisher, ha riportato una differenza significativa della varianza nelle durate delle toracotomie intercostali e di tutte le toracotomie rispetto alla varianza nelle durate delle toracoscopie, mentre non vi è differenza tra le varianze nelle toracotomie

intercostali e nelle sternotomie e tra la varianza nelle toracoscopie e nelle sternotomie.

Dal confronto mediante Test T effettuato sulle durate degli interventi, emerge che la durata media delle toracoscopie è significativamente minore rispetto a quella delle toracotomie intercostali (con $P=0,0081$) e rispetto a quella delle sternotomie (con $P=0,0026$).

Tra gli interventi di toracotomia intercostale e di sternotomia non è stata rilevata, invece, una differenza statisticamente significativa (con $P=0,4118$).

Inoltre dal confronto effettuato sulle durate medie degli interventi di toracoscopia con tutti gli interventi di toracotomia, è emerso che la differenza tra gli interventi endoscopici e quelli di chirurgia classica è statisticamente significativa (con $P=0,0015$), con i primi che risultano molto inferiori ai secondi.

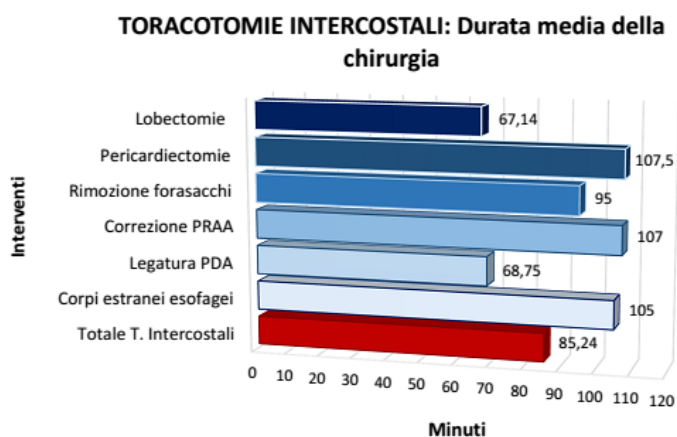


Grafico 5.1: Durata media degli interventi di Toracotomia Intercostale

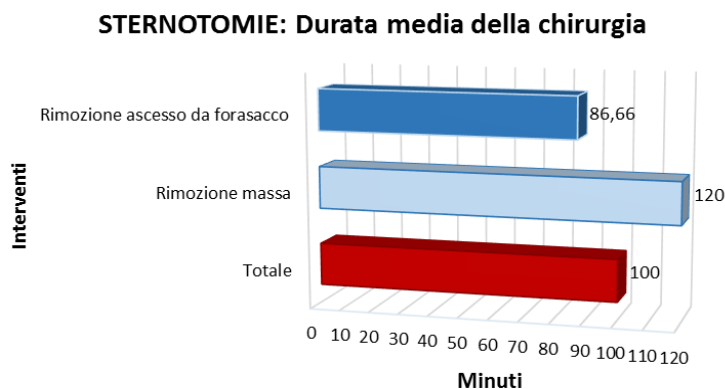


Grafico 5.2: Durata media degli interventi di Sternotomia

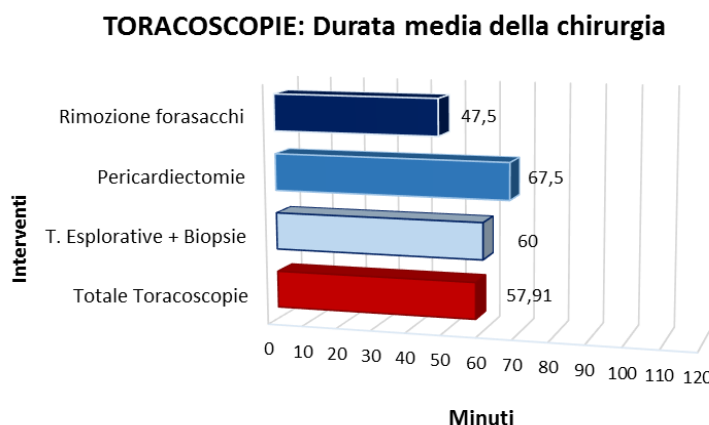


Grafico 5.3: Durata media degli interventi di Toracosopia

❖ Temperatura corporea nel periodo perioperatorio

I rilievi della temperatura corporea sono stati effettuati in 12 toracotomie intercostali, 5 sternotomie e 6 toracoscopie.

La distribuzione dei dati valutata con Shapiro-Wilk Test a T0, T1, T2 e T3 è risultata essere normale in tutti i tempi sia per le Toracotomie Intercostali, che per le Sternotomie che per le Toracoscopie.

Nelle toracotomie intercostali le medie \pm deviazione standard delle temperature rilevate ai vari tempi di misurazione sono state di $37,45 \pm 0,28$ a T0, di $35,92 \pm 0,49$ a T1, di $37,6 \pm 0,19$ a T2, $38,23 \pm 0,15$ a T3. Con l'analisi statistica effettuata emerge una differenza statisticamente significativa tra T0 e T1, tra T1 e T2, tra T1 e T3 per la presenza di valori di P inferiori a 0,05.

Nelle sternotomie le medie \pm deviazione standard delle misure effettuate ai vari tempi sono state di $37,3 \pm 0,83$ a T0, di $35,66 \pm 0,72$ a T1, di $37,44 \pm 0,25$ a T2, $37,62 \pm 0,41$ a T3. In questo caso l'analisi statistica ha rilevato una differenza statisticamente significativa tra T0 e T1, per la presenza una P inferiore a 0,05.

Negli interventi di toracosopia le temperature nei vari tempi di misurazione espresse come media \pm deviazione standard sono state: $38,27 \pm 0,42$ a T0, $36,93 \pm 0,31$ a T1, $37,47 \pm 0,16$ a T2, $37,73 \pm 0,33$ a T3. L'analisi statistica effettuata su tali valori rileva invece che non ci sono differenze statisticamente significative tra nessuno dei tempi di misurazione.

Nel grafico 5.4 sono confrontati gli andamenti delle temperature dei tre approcci considerati.

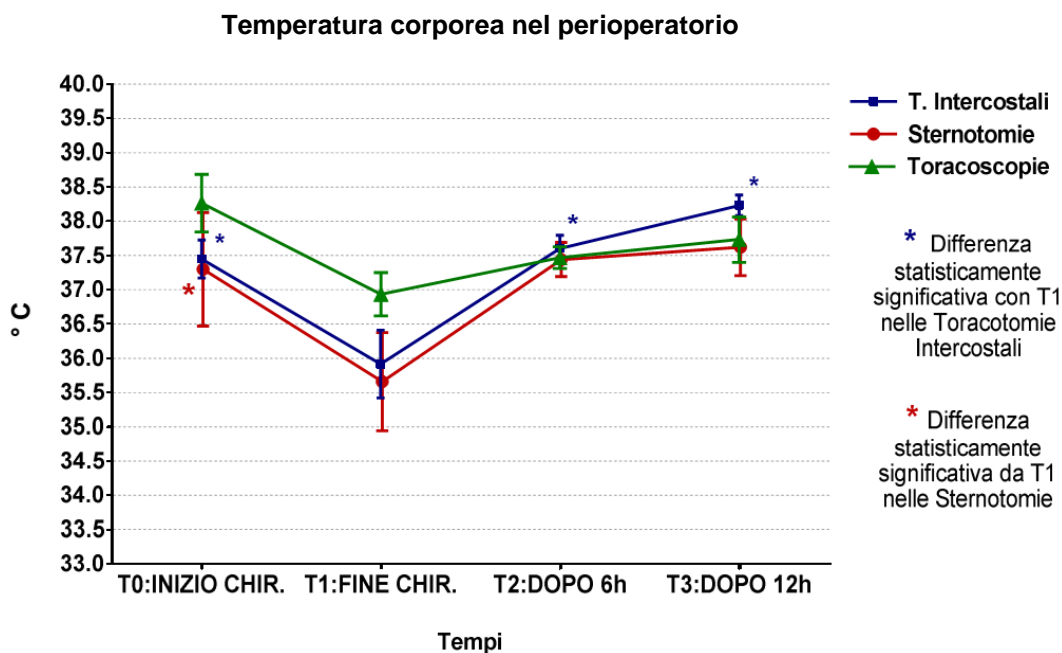


Grafico 5.4: Andamento della Temperatura corporea in corso di Toracotomia Intercostale, Sternotomia e Toracoscopia

❖ Complicazioni intraoperatorie

Nelle toracotomie intercostali è stato rilevato che, tra i casi compresi nel nostro studio, il 29,41% non ha presentato né bradicardia né ipotensione, mentre il 70,59% ha presentato almeno una delle due complicazioni di entità tale da dover essere trattata. Tra quelli che hanno presentato complicazioni, nel 5,88% si è verificata bradicardia, nel 41,18% si è verificata ipotensione, mentre nel 23,53% si sono verificate entrambe. I risultati sono espressi nel grafico 5.5.

Tra le sternotomie nel 40% dei casi compresi nel nostro studio non si sono verificate nessuna delle due complicazioni, nel 40% dei casi si è verificata ipotensione, mentre nel 20% dei casi si è verificata sia ipotensione che bradicardia. I dati in questione sono espressi nel grafico 5.6.

Nei pazienti che hanno subito una toracoscopia, invece, i casi in cui non si sono verificate nessuna delle due complicazioni sono il 66,6%, mentre nel 11,1% dei casi

si è verificata ipotensione e nel 22,2% si è verificata bradicardia. Questi risultati sono riportati nel grafico 5.7

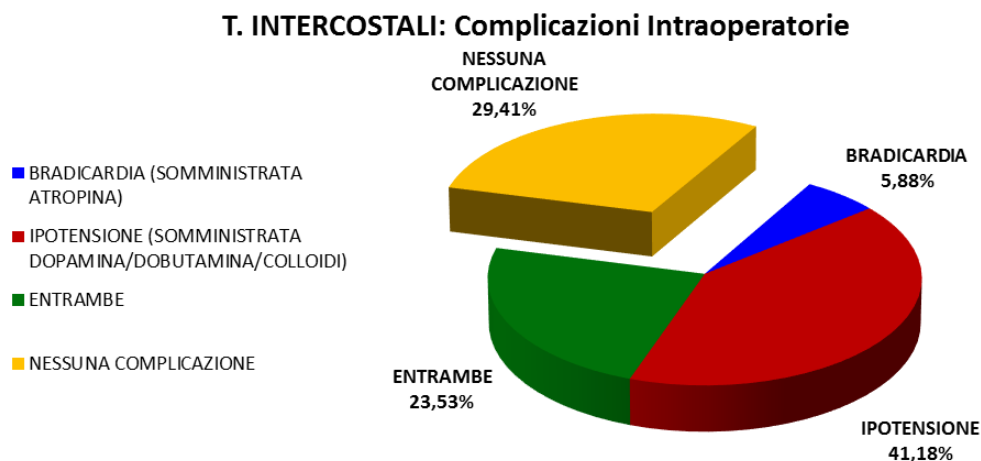


Grafico 5.5: Complicazioni Intraoperatorie in corso di Toracotomia Intercostale

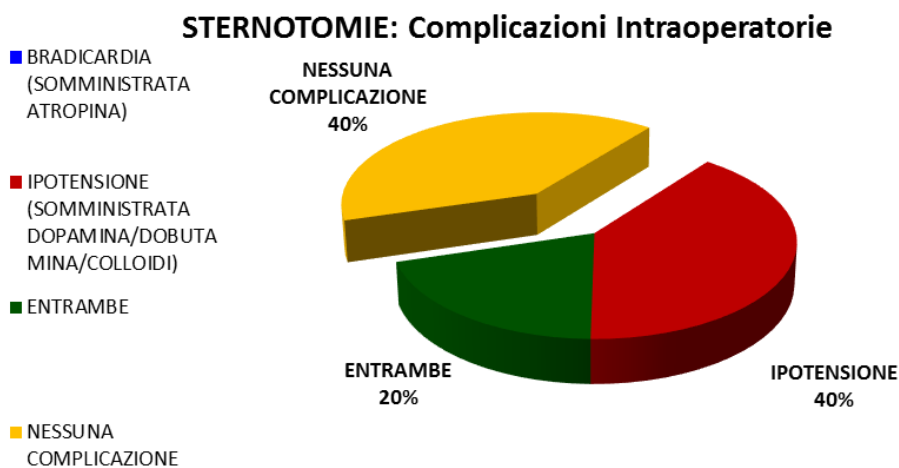


Grafico 5.6: Complicazioni Intraoperatorie in corso di Sternotomia

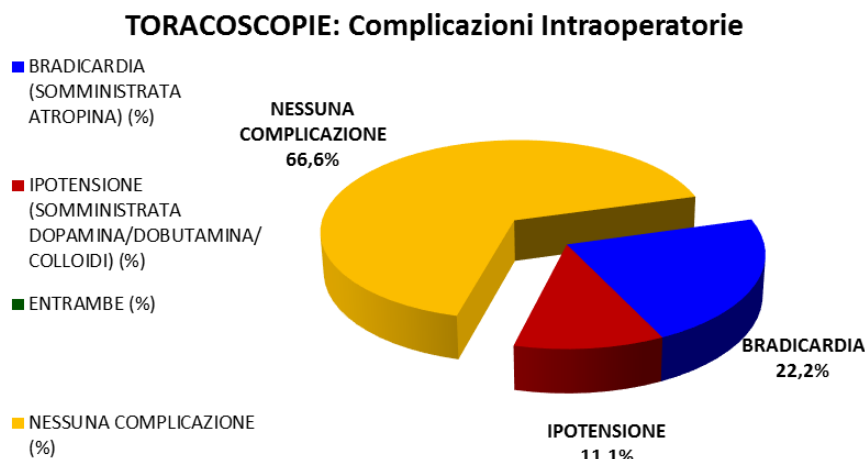


Grafico 5.7: Complicazioni Intraoperatorie in corso di Toracosopia

❖ Posizionamento e durata del drenaggio toracico

Nei pazienti in cui è stata eseguita una toracotomia intercostale abbiamo rilevato che nel 70% dei casi abbiamo avuto il posizionamento di un drenaggio toracico, con una media di permanenza di $3,57 \pm 1,22$ giorni, mentre nel 30% dei casi non è stato posizionato. In particolare è stato applicato in tutti i pazienti che hanno subito una lobectomia, una pericardiectomia o la rimozione di un forasacco, con una media di permanenza rispettivamente di $3,43 \pm 1,13$ giorni, di $4,33 \pm 1,5$ giorni e di 4 giorni. Non è stato posizionato in nessun caso di correzione del megaesofago per PRAA. Nei pazienti che sono stati sottoposti alla rimozione di un corpo estraneo esofageo è stato applicato nel 50% dei casi con una media di permanenza di 4 giorni, mentre nei pazienti sottoposti alla legatura del dotto arterioso persistente è stato posizionato nel 25% dei casi con una media di permanenza di 1 giorno. (Grafico 5.8 e Grafico 5.9)

Nei pazienti presi in considerazione nel nostro studio sottoposti ad una sternotomia, il drenaggio toracico è stato applicato alla fine di tutti gli interventi, sia in quelli in cui è stata effettuata la rimozione di un ascesso da forasacco, sia in quelli in cui è stata effettuata la rimozione di una neoformazione. I tempi medi di permanenza sono stati rispettivamente di $3,33 \pm 1,15$ giorni nella rimozione di ascessi e di $3 \pm 2,82$ giorni nella rimozione di masse, con una media nel totale delle sternotomie considerate di $3,2 \pm 1,64$ giorni. (Grafico 5.10)

Tra tutti pazienti in cui è stata utilizzata una tecnica toracoscopica, nell'83,33% è stato posizionato un drenaggio toracico, con un tempo di permanenza medio di $3,2 \pm 1,55$ giorni, mentre nel 16,67% il drenaggio non è stato posizionato. In particolare non è stato applicato nel 50% dei pazienti che hanno subito una pericardiectomia, mentre nel restante 50% il tempo di permanenza medio è stato di $4 \pm 1,41$ giorni. In seguito agli interventi di rimozione toracoscopica di forasacchi e di torascopie esplorative il drenaggio toracico è stato posizionato in tutti i casi, con un tempo di permanenza medio rispettivamente di $3,75 \pm 0,95$ giorni e di $2,25 \pm 1,89$ giorni. (Grafico 5.11 e Grafico 5.12)

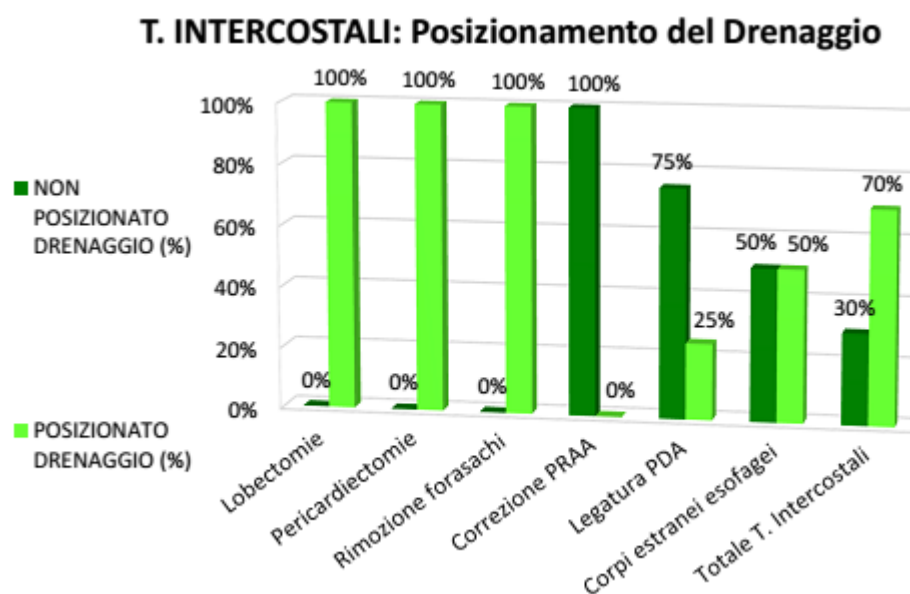


Grafico 5.8: Percentuale di posizionamento del drenaggio toracico nelle Toracotomie Intercostali

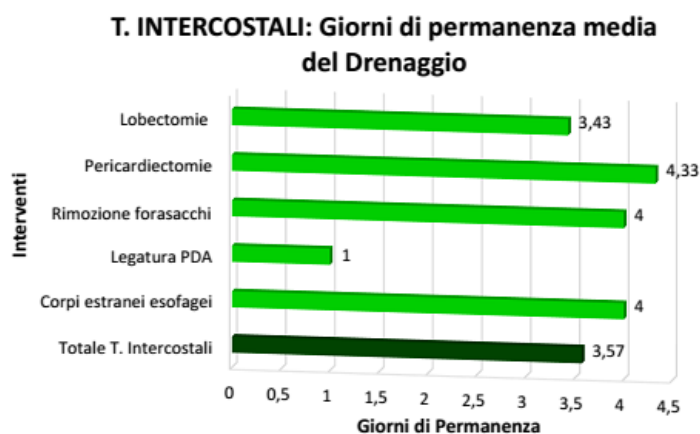


Grafico 5.9: Durata media di permanenza del drenaggio toracico nelle Toracotomie Intercostali

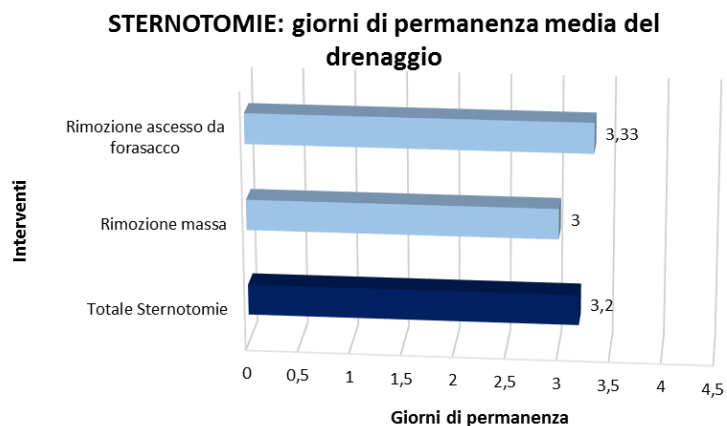


Grafico 5.10: Durata media di permanenza del drenaggio toracico nelle Sternotomie

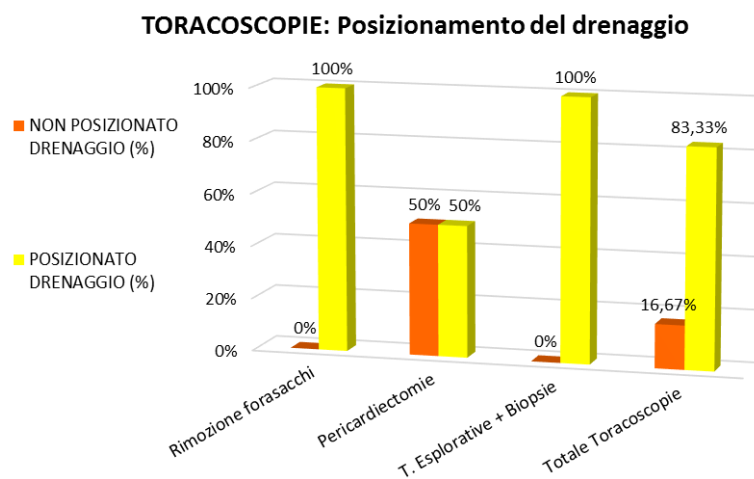


Grafico 5.11: Percentuale di posizionamento del drenaggio toracico nelle Toracoscopie

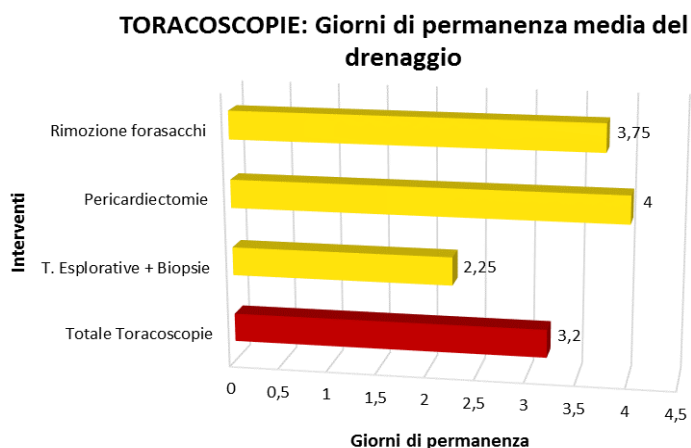


Grafico 5.12: Durata media di permanenza del drenaggio toracico nelle Toracoscopie

❖ **Durata del ricovero in terapia intensiva**

I pazienti sottoposti ad un intervento di toracotomia intercostale sono rimasti ricoverati presso il reparto di terapia intensiva in totale per un periodo medio di $3,55 \pm 1,66$ giorni. In particolare i soggetti in cui è stata eseguita una pericardiectomia sono stati in degenza per un periodo medio di $4,66 \pm 1,52$ giorni, mentre quelli che hanno subito una lobectomia vi sono rimasti in media per $4,14 \pm 1,67$ giorni. I pazienti sottoposti ad interventi di rimozione di forasacchi o di corpi estranei esofagei sono rimasti ricoverati per una tempo medio rispettivamente di 4 giorni e di $4 \pm 2,28$ giorni, mentre quelli in cui è stato effettuato un intervento di correzione del megaesofago da PRAA o di legatura del PDA sono stati ricoverati rispettivamente in media per 2 giorni e $2 \pm 0,81$ giorni. (Grafico 5.13)

Nei pazienti che sono stati sottoposti ad interventi di sternotomia il ricovero ha presentato una durata media di $4,2 \pm 0,83$ giorni. Tra questi, i soggetti in cui è stata eseguita la rimozione di un ascesso da forasacco sono rimasti in degenza in media per $4,33 \pm 0,57$ giorni, mentre quelli in cui è stata rimossa una massa intratoracica vi sono rimasti in media per $4 \pm 1,41$ giorni. (Grafico 5.14)

I soggetti in cui è stato eseguito un intervento toracoscopico sono rimasti ricoverati presso la terapia intensiva per un periodo medio di $3,66 \pm 2,19$ giorni. Tra questi, i pazienti sottoposti alla rimozione di un forasacco intratoracico sono stati ricoverati per una media di $4,75 \pm 1,70$ giorni, mentre quelli in cui è stata eseguita una pericardiectomia vi sono rimasti per $3,5 \pm 1,91$ giorni in media. In seguito ad interventi di toracosopia esplorativa invece i pazienti sono stati ricoverati in media per $2,75 \pm 2,87$ giorni. (Grafico 5.15)

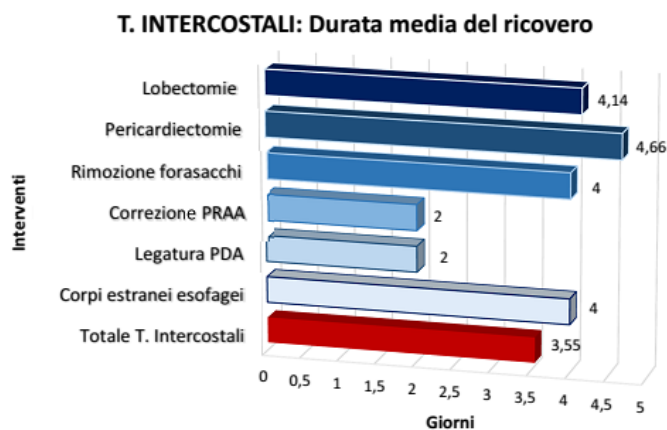


Grafico 5.13: Durata media del ricovero in seguito ad interventi di Toracotomia Intercostale

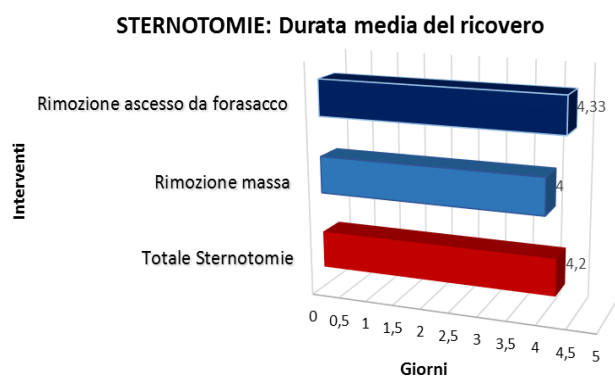


Grafico 5.14: Durata media del ricovero in seguito ad interventi di Sternotomia

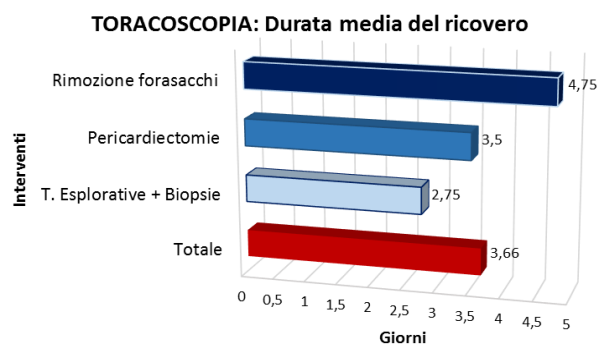


Grafico 5.15: Durata media del ricovero in seguito ad interventi di Toracosopia

❖ Mortalità in seguito ad interventi toracici

Le informazioni ottenute dal questionario effettuato sui padroni dei soggetti compresi nello studio ha rilevato una mortalità del 33,3 % in seguito ad interventi di toracotomia intercostale, del 16,7% in seguito a sternotomia e del 41,7% in seguito ad interventi di toracosopia.

È fondamentale sottolineare che, di tutti i decessi in seguito a toracotomia intercostale, solo il 4,8%, ovvero un caso, è morto durante il ricovero e per complicanze non inerenti all'intervento toracico, mentre nel 14,3% è avvenuta entro tre mesi dall'intervento, il 9,5% è deceduto tra tre e nove mesi dall'intervento ed il 4,8% ad oltre nove mesi dall'intervento. Inoltre tali mortalità sono state riscontrate in seguito ad interventi di lobectomia (il 23,8%) e di pericardiectomia (il 9,5%), nei quali la diagnosi istologica successiva è stata di neoplasia. (Grafico 5.17)

La mortalità rilevata in seguito a sternotomia è rappresentata da un solo caso di eutanasia intraoperatoria che è stata effettuata per il reperimento di un quadro metastatico eccessivamente diffuso per poter intervenire chirurgicamente. (Grafico 5.16)

I decessi pervenuti in seguito ad interventi toracoscopici sono stati rilevati entro tre mesi dall'intervento nel 25% dei casi, mentre nell'8,3% il decesso è avvenuto tra tre e nove mesi dall'intervento e nel restante 8,3% ad oltre nove mesi dall'intervento. In nessun caso abbiamo rilevato mortalità intraoperatoria o nel ricovero. Tali decessi sono avvenuti in seguito ad interventi di pericardiectomia toracoscopica (25%) e di toracoscopie esplorative con l'esecuzione di biopsie (16,7%), nei quali abbiamo avuto diagnosi istologica di neoplasia. In un solo caso di toracosopia esplorativa non è stata identificata la causa della patologia. (Grafico 5.18)

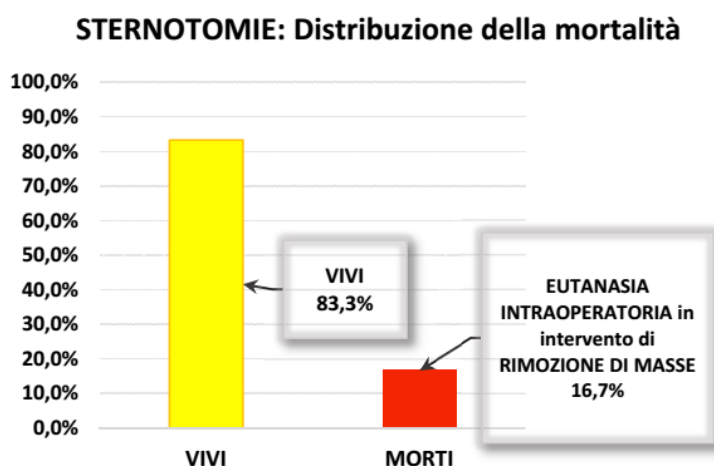


Grafico 5.16:
Distribuzione della mortalità in seguito a Sternotomie

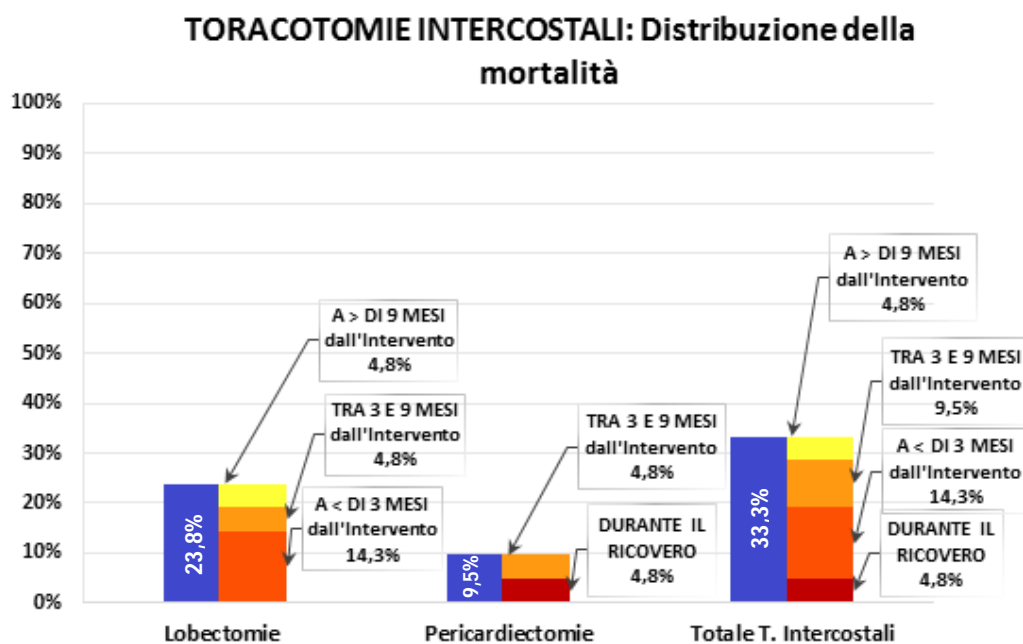


Grafico 5.17: Distribuzione della mortalità in seguito a Toracotomie Intercostali

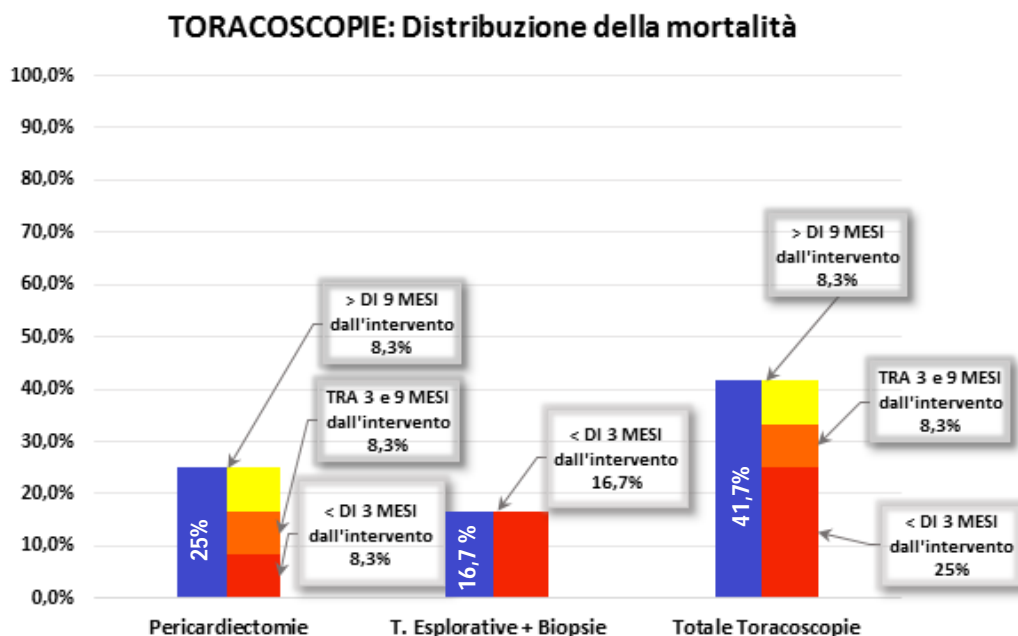


Grafico 5.18: Distribuzione della mortalità in seguito a Toracoscopie

5.4 Discussione

Dall'analisi dei dati raccolti durante il nostro studio, emerge che la durata media degli interventi chirurgici effettuati con tecnica toracoscopica risulta essere significativamente minore rispetto a quella riscontrata negli interventi di chirurgia open, sia rispetto alle toracotomie intercostali che a quelle sternotomiche. Le ragioni di tale differenza possono essere associate ad un accesso in cavità toracica ed una sutura della parete più rapidi, e, in generale, ad una minore perdita ematica per una ridotta diatesi muscolare.

La maggiore rapidità di esecuzione della tecnica endoscopica è associata ad alcuni vantaggi come la possibilità di un'anestesia di più breve durata, minor rischio di complicazioni intraoperatorie, minore dispersione di calore. Tale risultati sono riferibili agli interventi toracoscopici effettuati nel nostro studio, ovvero pericardiectomie, rimozione di forasacchi e toracoscopie esplorative con biopsie tissutali.

Tra gli interventi di Toracotomia Intercostale e di Sternotomia, invece non sono state riscontrate differenze significative nella durata media degli interventi.

L'analisi statistica effettuata sulle temperature corporee nel periodo perioperatorio ha mostrato una differenza sostanziale nell'andamento della temperatura dei pazienti sottoposti a toracoscopia rispetto a quelli sottoposti a toracotomia. Negli interventi mininvasivi, infatti, non abbiamo riscontrato nessuna differenza statisticamente significativa tra nessuno dei tempi di misurazione, al contrario delle toracotomie dove abbiamo rilevato una differenza significativa tra le temperature ad inizio intervento (T0) e le temperature a fine intervento (T1). Questo risultato dimostra che la dispersione di calore negli interventi mininvasivi è minore rispetto a quella negli interventi di chirurgia open. Tale risultato è probabilmente dovuto alla minore durata degli interventi toracoscopici evidenziata nel nostro studio e al fatto che sono svolti a torace chiuso. Inoltre, considerando che con la toracotomia si espone all'ambiente esterno il cuore ed i grossi vasi, è evidente come il rischio di un raffreddamento intraoperatorio eccessivo sia elevato. Vista la possibilità di complicazioni e problematiche anche gravi che l'ipotermia può causare in un paziente operato al torace, in particolare sulla funzionalità respiratoria e cardiocircolatoria, i risultati

ottenuti nel corso del nostro studio suggeriscono un minor rischio di tali complicazioni in interventi di toracosopia.

Dal Grafico 5.4, che mostra l'analisi statistica sulle temperature, si può notare anche come i pazienti sottoposti ad interventi toracoscopici presentino una temperatura di partenza più elevata, che potrebbe essere spiegata dalla presenza di una frazione più cospicua di pazienti con un quadro infettivo preoperatorio nel campione di toracospie considerato. Questo non smentisce le precedenti affermazioni poiché, in ogni caso, non vi è differenza statisticamente significativa tra T0 e T1 in questi interventi, al contrario degli interventi toracotomici.

Si può notare, inoltre, come nelle Toracotomie Intercostali anche tra le temperature a fine intervento e quelle a 6 ore (T2) e a 12 ore (T3) dall'intervento vi sia una differenza statisticamente significativa, con il raggiungimento a 12 ore di una temperatura più alta rispetto agli interventi toracoscopici. La spiegazione ipotizzabile per questo risultato può essere che, avendo una temperatura più bassa al termine di questi interventi (in media 35,9° C), si tenda ad utilizzare metodiche di riscaldamento più intensive per tentare di aumentare il più rapidamente possibile la temperatura corporea del paziente, rispetto ad interventi toracoscopici, in cui la media a fine intervento è stata di 36,9° C.

Infine possiamo evidenziare anche che, nelle Sternotomie, a differenza delle Toracotomie Intercostali, non abbiamo una differenza statisticamente significativa tra T1 e T2 e tra T1 e T3, e l'andamento del grafico delle temperature segue quello delle intercostali fino a T2, mentre cambia a T3 con la presenza di temperature più basse a 12 ore dall'intervento. Anche se potremmo pensare ad una più lenta capacità di riscaldamento in pazienti che hanno subito interventi di sternotomia, verosimilmente tale differenza potrebbe essere una distorsione data dalla ridotto numero dei casi raccolti per questi interventi, rispetto alle Toracotomie Intercostali.

Per quanto riguarda le complicazioni intraoperatorie riscontrate, si nota come vi sia una netta differenza tra gli interventi di Toracosopia, in cui solo il 33,3% ha presentato bradicardia o ipotensione tali da dover essere trattate, mentre in corso di Toracotomia Intercostale e di Sternotomia tale situazione si è verificata rispettivamente nel 70,59% e nel 60% dei casi. Inoltre nelle toracospie non sono stati riscontrati casi che abbiano presentato entrambe le complicazioni, presenti invece negli interventi toracotomici. Tali differenze possono essere dovute ad una minore durata della chirurgia e ad una minore dispersione di calore riscontrata negli

interventi toracoscopici, che certamente determina su una minore presenza di complicazioni intraoperatorie. Inoltre la necessità di un accesso meno esteso nelle toracoscopie rispetto agli interventi di toracotomia ed una conseguente perdita di sangue minore ed una stimolazione algica minore, giocano un ruolo fondamentale nel ridurre il rischio di complicazioni di questo tipo.

Importante può essere anche sottolineare come non vi siano grosse differenze nella percentuale di complicazioni riscontrate nelle Toracotomie Intercostali rispetto alla quelle con accesso Sternotomico e come, quindi, l'utilizzo di quest'ultimo, benché possa sembrare più invasivo per la necessità di dieresi delle sternebre, non determini in realtà problematiche maggiori rispetto all'accesso intercostale.

Dai dati raccolti sul posizionamento del drenaggio toracico possiamo evidenziare come il suo utilizzo sia molto frequente, anche se molto dipendente dal tipo di intervento e dalla gravità della patologia. L'intervento in cui abbiamo avuto un posizionamento del 100%, qualsiasi fosse l'approccio utilizzato, è stata la rimozione di forasacchi, data la presenza di infezione a livello del cavo pleurico e la necessità quindi di mantenere nel postoperatorio una via di eliminazione di possibile materiale patologico. Il drenaggio non è stato posizionato in seguito ad interventi di correzione del megaesofago da PRAA e in un solo caso di legatura del dotto arterioso persistente (tenuto però un solo giorno), per una ridotta produzione di liquido pleurico che segue questo tipo di procedure. Anche la durata di permanenza del drenaggio risulta molto influenzata dal tipo di intervento, dalla patologia presente e dalla sua gravità, non permettendo un confronto tra i tre approcci. In ogni caso abbiamo rilevato una permanenza media maggiore negli interventi di pericardiectomia, perché, effettuando questi interventi per la presenza di versamento pericardico, vi è la necessità di drenare il liquido accumulatosi nello spazio pleurico per un periodo più prolungato. Gli interventi, invece, in cui abbiamo riscontrato una permanenza minore sono stati le toracoscopie esplorative, in cui le manualità intratoraciche sono ridotte al minimo e così anche l'infiammazione pleurica ed il versamento.

Anche dall'analisi della durata del ricovero postoperatorio nei vari interventi, abbiamo riscontrato come questi non siano dipendenti dall'utilizzo di un accesso intercostale, sternotomico o toracoscopico, ma dal tipo di intervento effettuato, dalla patologia sottostante, dalla sua gravità ed anche dalla capacità di recupero individuale del paziente. Come possiamo vedere dai grafici 5.13, 5.14 e 5.15, non vi

sono eccessive differenze tra i tre diversi approcci e i valori seguono più che altro il tipo di intervento eseguito. Gli interventi in cui abbiamo rilevato una durata media del ricovero più bassa sono stati la correzione del megaesofago da PRAA, la legatura del dotto arterioso persistente e le toracoscopie esplorative, che rimangono in media al di sotto dei 3 giorni. Gli altri interventi hanno invece un ricovero medio molto simile che oscilla circa tra i 3 giorni e mezzo ed i 4 giorni e mezzo. Un recupero relativamente rapido se teniamo conto che stiamo parlando di interventi toracici. Chiaramente si tratta di una tempistica media, che può variare molto, come abbiamo detto, a seconda del tipo e della gravità della patologia e dell'individuo stesso.

Sui risultati emersi dalla valutazione della mortalità è fondamentale sottolineare come sia presente solamente una morte intraoperatoria in una sternotomia, avvenuta oltretutto per eutanasia, dato l'eccessivo quadro metastatico a livello polmonare nel paziente, che ne ha determinato l'inoperabilità. Anche nel periodo di ricovero è stato riscontrato un solo decesso in una toracotomia intercostale, per cause non connesse all'intervento toracico, ma a complicazioni legate all'intervento addominale eseguito di seguito ad esso. Questo ci permette di evidenziare come la mortalità intraoperatoria e postoperatoria degli interventi toracici, pur essendo questi interventi invasivi, sia abbastanza scarsa. Negli interventi di toracoscopia, invece, non sono state riscontrate morti intraoperatorie né nel periodo di ricovero.

Una mortalità a lungo termine è stata riscontrata solamente in pazienti in cui vi era stata una precedente diagnosi di neoplasia e che sono andati in contro a morte per complicazioni legate a quest'ultima. Gli interventi in cui sono stati rilevati tali decessi sono, infatti, lobectomie, pericardiectomie e toracoscopie per biopsie, i quali sono spesso legati alla diagnosi o alla rimozione di una patologia di tipo neoplastico. Inoltre possiamo notare dal grafico 5.17 e 5.18 come vi sia una distribuzione della mortalità soprattutto nei primi 3 mesi dopo l'intervento, evidenziando una ridotta aspettativa di vita legata alla presenza di questo tipo di patologie.

È fondamentale sottolineare come la mortalità a lungo termine rilevata nel nostro studio in interventi di toracotomia e toracoscopia non sia eccessivamente bassa, ma come, in realtà, sia dipendente solamente dalla presenza di un precedente quadro neoplastico e non da complicazioni legate all'intervento toracico.

5.5 Conclusioni

Valutando i risultati da noi ottenuti, si evidenzia come l'utilizzo della toracosopia sia da preferirsi rispetto ad un approccio toracotomico per il ridotto impatto che la tecnica ha sul paziente, in quanto la durata della chirurgia, la dispersione di calore, le complicazioni intraoperatorie e la lesione a carico della parete toracica sono nettamente inferiori nell'approccio toracoscopico. Tali vantaggi sono stati rilevati, in questo studio, per interventi di pericardiectomia toracoscopica, rimozione di forasacchi intratoracici e prelievo toracoscopico di materiale biotico. Resta da definire la presenza degli stessi vantaggi in interventi più complessi, come possono essere la lobectomia toracoscopica o la legatura toracoscopica di un PDA, per la necessità di manualità intratoraciche di maggiore complessità e durata, e di strumentazioni chirurgiche più avanzate.

Volendo effettuare anche un confronto tra le due tecniche toracotomiche, toracotomia intercostale e sternotomia, emerge dai risultati come non vi sia eccessiva differenza i due interventi per quanto riguarda la durata e la dispersione di calore intraoperatoria, mentre le complicazioni intraoperatorie rilevate sono, anzi, meno frequenti negli interventi sternotomici. Si ritiene, quindi, che possa essere sempre utile prendere in considerazione anche l'utilizzo di un approccio sternotomico nell'esecuzioni di chirurgie al torace, a meno che la localizzazione della patologia non necessiti esclusivamente dell'approccio intercostale.

Possiamo concludere, inoltre, che la chirurgia toracica in generale, pur essendo mediamente invasiva e spesso richiesta da patologie di grave entità, presenti una durata media di ospedalizzazione non molto elevata ed una mortalità intraoperatoria e durante il ricovero quasi assente. Tali rilievi ci indicano come i nostri pazienti abbiano dimostrato di tollerare bene questo tipo di chirurgia.

Bibliografia

1. Allman D A, Radlinsky M G, Ralph A G, Rawlings C A, *Thoracoscopic Thoracic Duct Ligation and Thoracoscopic Pericardectomy for Treatment of Chylothorax in Dogs*, Veterinary Surgery 2010; 39(1):21-27
2. Atencia S, Doyle R S, Whitley N T, *Thoracoscopic pericardial window for management of pericardial effusion in 15 dogs*, Journal of Small Animal Practice 2013; 54(11):564-569
3. Barone R, *Anatomia comparata degli animali domestici, Vol. 3 Splancnologia Apparecchio Digerente e Respiratorio* Edagricole ed. 2006
4. Barone R, *Anatomia comparata degli animali domestici, Vol. 5 Angiologia Parte Prima Cuore e Arterie*, Edagricole ed. 2007
5. Berg J R, Orton C E, *Pulmonary function in dogs after intercostal thoracotomy: comparison of morphine, oxymorphone and selective intercostal nerve block*, Am J Vet Res 1986; 47(2):471-474
6. Bernard F, Kudnig S T, Monnet E, *Hemodynamic Effects of Interpleural Lidocaine and Bupivacaine Combination in Anesthetized Dogs with and Without an Open Pericardium*, Veterinary Surgery 2006; 35(3): 252-258
7. Bethencourt D M, Holmes E C, *Muscle-Sparing Posterolateral Thoracotomy*, The Annals of Thoracic Surgery 1998; 45(3):337-339
8. Birchard S J, Sherding R G, *Medicina e chirurgia degli animali da compagnia*, Elsevier Masson ed. 2009
9. Bojrab M J, Ellison G W, Slocum B, *Current Techniques of Small Animal Surgery*, Lippincot Williams & Wilkins ed. 1998
10. Bottero E, Ruggero P, *Endoscopia negli animali d'affezione (cane, gatto esotici)*, Poletto editore ed. 2011
11. Brisson B A, Felipe Reggeti F, Bienzle D, *Portal site metastasis of invasive mesothelioma after diagnostic thoracoscopy in a dog*, Journal of the American Veterinary Medical Association 2006; 229(6):980-983
12. Bufalari A, Lachin A, *Anestesia: Cane, gatto e animali non convenzionali*, Elsevier Masson ed. 2012.
13. Burton C A, White R N, *Review of the technique and complications of median sternotomy in the dog and cat*, J Small Anim Pract 1996; 37(11):516-522

14. Cantwell S L, Duke T, Walsh P J, Remedios A M, Walker D, Ferguson J G, *One-lung versus two-lung ventilation in the closed-chest anesthetized dog: a comparison of cardiopulmonary parameters*, Veterinary Surgery 2000; 29(4):365-373
15. Chen T P, Liu H P, Lu H I, Hsieh M J, Liu Y H, Wu Y C *Incidence of incisional recurrence after thoracoscopy*, Surgical endoscopy 2004; 18(3):540-542
16. Corletto F, *Anestesia del cane e del gatto*, Poletto Editore ed. 2010
17. Crumbaker D M, Rooney M B, Case B J, *Thoracoscopic subtotal pericardiectomy and right atrial mass resection in a dog*, Journal of the American Veterinary Medical Association 2010; 237(5):551-554
18. Daly C M, Swalec-Tobias K, Tobias A H, Ehrhart N, *Cardiopulmonary effects of intrathoracic insufflation in dogs*, Journal of the American Animal Hospital Association 2002; 38(6):515-520
19. Davis K M, Roe S C, Mathews K G, Mente P L, *Median Sternotomy Closure in Dogs: A Mechanical Comparison of Technique Stability*, Veterinary Surgery 2006; 35(3):271-277
20. Dean P W, Pope E R, *Modified Intercostal Thoracotomy Approach*, Journal of the American Animal Hospital Association 1992; 28(1):87-91
21. Done S H, Goody P C, Evans S A, Stickland N C, *Color Atlas of Veterinary Anatomy, The Dog and Cat Vol. 3*, Elsevier Masson ed. 2009
22. Eugster S, Schawalder P, Gaschen F, Boerlin P, *A prospective study of postoperative surgical site infections in dogs and cats*, Veterinary Surgery 2004; 33(5):542-550
23. Evans H E, De Lahunta A, *Miller's Anatomy of the Dog*, Elsevier Masson ed. 2013
24. Fossum T W, *Chirurgia dei piccoli animali*, Elsevier Masson ed. 2008
25. Freise K J, Newbound G C, Tudan C, Clark T P, *Pharmacokinetics and the effect of application site on a novel, long-acting transdermal fentanyl solution in healthy laboratory Beagles*, J Vet Pharmacol Ther 2012; 35 Suppl 2:27-33
26. Gines, J A, Friend E J, Vives M A, Browne W J, Tarlton J F and Chanoit G, *Mechanical comparison of median sternotomy closure in dogs using polydioxanone and wire sutures*, Journal of Small Animal Practice 2011; 52(11):582-586

27. Halpin V J, Soper N J, *Decision to convert to open methods*, The SAGES manual of perioperative care in minimally invasive Surgery 2006; 296-303
28. Kudnig S T, Monnet E, Riquelme M, *Cardiopulmonary effect of thoracoscopy in anesthetized dog*, Veterinary Anaesthesia and Analgesia 2004; 31(2):121-128
29. Kudnig S T, Monnet E, Riquelme M, Gaynor J S, Denise Corliss D, Salman M D, *Effect of one-lung ventilation on oxygen delivery in anesthetized dogs with an open thoracic cavity*, American Journal of Veterinary Research 2003; 64(4):443-448
30. Lansdowne J L, Mehler S J, Bourè L P, *Minimally invasive abdominal and thoracic surgery: principles and instrumentations*, Compendium: continuing education for veterinarians 2012; 34(5):E1
31. Lansdowne J L, Monnet E, Twedt D C, Dernell W S, *Thoracoscopic Lung Lobectomy for Treatment of Lung Tumors in Dogs*, Veterinary Surgery 2005; 34(5):530-535
32. Lavini C, Ruggiero C, Morandi U, *Chirurgia toracica videoassistita*, Springer ed. 2008
33. Lhermette P, Sobel D, *Manual of Canine and Feline Endoscopy and Endosurgery*, BSAVA Publications ed. 2008
34. Mayhew K N, Mayhew P D, Sorrell-Raschi L, Brown D C, *Thoracoscopic Subphrenic Pericardectomy Using Double-Lumen Endobronchial Intubation for Alternating One-Lung Ventilation*, Veterinary Surgery 2009; 38(8):961-966
35. Mayhew P D, *Complications of Minimally Invasive Surgery in Companion Animals*, The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice 2011; 41(5):1007-1021
36. Mayhew P D, Culp W T N, Mayhew K N, Morgan O D E *Minimally invasive treatment of idiopathic chylothorax in dogs by thoracoscopic thoracic duct ligation and subphrenic pericardectomy: 6 cases (2007–2010)*, Journal of the American Veterinary Medical Association 2012; 241(7):904-909
37. Mayhew P D, Dunn M, Berent A, *Surgical views: Thoracoscopy: common techniques in small animals*, Compendium: continuing education for veterinarians 2013; 35(2):E1
38. Mayhew P D, Freeman L, Kwan T, Brown D C, *Comparison of surgical site infection rates in clean and clean-contaminated wounds in dogs and cats after*

- minimally invasive versus open surgery: 179 cases (2007–2008)*, J Vet Med Assoc 2012; 240(2):193-198
39. Mayhew P D, *Surgical views: thoracoscopy: basic principles, anesthetic concerns, instrumentation and thoracic access*, Compendium: continuing education for veterinarians 2013; 35(1):E3
 40. Meakin L B, Salonen L K, Baines S J, Brockman D J, Gregory S P, Halfacree Z J, Lipscomb V J, Lee K C, *Prevalence, outcome and risk factors for postoperative pyothorax in 232 dogs undergoing thoracic surgery*, J Small Anim Pract 2013; 54(6):313-317
 41. Monnet E, *Interventional Thoracoscopy in Small Animals*, The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice 2009; 39(5):965-975
 42. Moore A H, Ragni R A, *Clinical Manual of Small Animal Endosurgery*, Blackwell Publishing ed. 2012
 43. Moores A L, Halfacree Z J, Baines S J, Lipscomb V J, *Indications, outcomes and complications following lateral thoracotomy in dogs and cats*, J Small Anim Pract 2007; 48(12):695-698
 44. Nelson W, Couto C, *Medicina interna del cane e del gatto*, Elsevier Masson ed. 2011
 45. Nickel R, Shummer A, Seiferle E, *Trattato di anatomia degli animali domestici Vol. IV Sistema nervoso, ghiandole endocrine, organi di senso*, Casa Editrice Ambrosiana ed. 1992
 46. Nickel R, Shummer A, Seiferle E, *Trattato di anatomia degli animali domestici Vol. I Apparato Locomotore*, Casa Editrice Ambrosiana ed. 1992
 47. Pavlidou K, Papazoglou L, Savvas I, Kazakos G, *Analgesia for small animal thoracic surgery*, Compendium: continuing education for veterinarians 2009; 31(9):432-436
 48. Pelsue D H, Monnet E, Gaynor J S, Powers B E, Halling K, Parker D, Golden A, *Closure of Median Sternotomy in Dogs: Suture Versus Wire*, Journal of American Animal Hospital Association 2002; 38(6):569-576
 49. Portela D A, Otero P E, Sclocco M, Romano M, Briganti A, Breggi G, *Anatomical and radiological study of the thoracic paravertebral space in dogs: iohexol distribution pattern and use of the nerve stimulator*, Vet Anaesth Analg. 2012; 39(4):398-408

50. Radlinsky M G, *Complications and Need for Conversion from Thoracoscopy to Thoracotomy in Small Animals*, The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice 2009; 39(5):977-984
51. Ringwald R J, Birchard S J, *Complications of median sternotomy in the dog and literature review*, Journal of the American Animal Hospital Association 1989; 25:430-434
52. Rooney M B, Mehl M, Monnet E, *Intercostal Thoracotomy Closure: Transcostal Sutures as a Less Painful Alternative to Circumcostal Suture Placement*, Veterinary Surgery 2004; 33(3):209-213
53. Seymour C, Gleed R, *Anesthesia e analgesia – Cane, gatto, animali esotici*, Utet ed. 2003
54. Tattersall J A, Welsh E, *Factors influencing the short-term outcome following thoracic surgery in 98 dogs*, J Small Anim Pract 2006; 47(12):715-720
55. Thompson S E, Johnson J M, *Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy. A comparison of morphine, selective intercostal nerve block and intrapleural regional analgesia with bupivacaine*, Vet Surg 1991; 20(1):73-77
56. Troncy E, Junot S, Keroack S, Sammut V, Pibarot P, Genevois J P, Cuvelliez S, *Results of preemptive epidural administration of morphine with or without bupivacaine in dogs and cats undergoing surgery: 265 cases (1997-1999)*, J Am Vet Med Assoc. 2002; 221(5):666-672
57. Vander Salm T J, Cutler B S, Okike O N, *Brachial plexus injury following median sternotomy*, Journal of thoracic and cardiovascular surgery 1982; 80(3):447-452
58. Walsh P J, Remedios A M, Ferguson J F, Walker D D, Cantwell S, Duke T, *Thoracoscopic Versus Open Partial Pericardectomy in Dogs: Comparison of Postoperative Pain and Morbidity*, Veterinary Surgery 1999; 28(6):472-479
59. Yoshida H, Takaori M, *Pulmonary gas exchange and ventilation-perfusion relationships during hypocapnia and thoracotomy in anaesthetized dogs*, Canadian Journal Of Anaesthesia 1991; 38(4 Pt 1):527-532

Ringraziamenti

Scrivere questi ringraziamenti non è stata una cosa molto facile per me sia perché non sono una buona penna, sia soprattutto perché non realizzo ancora molto bene di essere arrivato in fondo a questo percorso.

Un primo ringraziamento va al Professor Iacopo Vannozzi e alla Dottoressa Viola Maria Innocenti, miei relatori, per tutti gli insegnamenti che mi hanno dato in questi due anni di tirocinio, rafforzando ancora di più la mia passione per la chirurgia.

Un sentito ringraziamento va anche la Dottoressa Angela Briganti, mia controrelatrice, per la grande disponibilità nei miei confronti e per l'aiuto che mi ha fornito nello sviluppo di questa tesi.

Un grosso ringraziamento va a tutti i miei parenti, in particolare ai miei genitori, che mi hanno permesso di studiare e che mi hanno sempre sostenuto in questi sei anni di università, e a mia sorella, che dall'alto della sua sapienza medica di anestesista, ha colmato molti miei dubbi, dimostrandosi sempre interessata alla vicinanza presente tra la medicina umana e la medicina veterinaria.

Ringrazio veramente di cuore i miei compagni storici di università Eleonora Giani, Lorenzo Messeri, Mattia Pucci, Celeste Tanzini, Silvia Klamert, Simone Latini e Francesco Della Nina che mi hanno accompagnato in questi sei anni e con i quali ho trascorso momenti indimenticabili tra le ultime file delle aule e le cene di corso. Mi sento di ringraziare, inoltre, anche tutti i miei compagni di corso con i quali ho condiviso lezioni, esercitazioni ed esami per tutti questi anni e che si sono sempre dimostrati come una grande classe allargata.

Grazie anche a tutti miei colleghi di tesi, che non nomino uno per uno perché sono davvero tanti, con i quali ho condiviso le gioie e le fatiche dei turni ogni settimana, dentro e fuori dalla sala operatoria.

Un ringraziamento dovuto va a tutto il mio gruppo di amici storici delle Cure che ogni fine settimana, tra le chiacchiere, le risate e le bevute al cavini, hanno reso meno duro lo studio che di anno in anno si è fatto più difficile.

Impossibile per me non includere in questi ringraziamenti anche i miei grandi amici Lorenzo Tinti e Mariaflora Siciliano, che mi sono stati accanto dalle superiori, a dispetto di università, città e amicizie differenti.

Grazie anche a tutti i ragazzi della mitica squadra di calcetto che da sei anni ormai occupa, sempre con enorme piacere, ogni lunedì sera e che è rimasta sempre unita e affiatata anche con i vari acquisti e cessioni che si sono susseguite in tutto questo tempo.

Un ultimo ringraziamento, un po' anomalo ma comunque importante, va alla mia mitica Cinquecento rossa, che ha resistito alla veneranda età di quindici anni, alle intemperie, al sole cocente e al parcheggio malfamato della stazione portandomi sempre a San Piero senza battere la fiacca e che ora ha ottenuto il meritato pensionamento.